Gheorghe COMAN

ANALIZA VALORII

Editura "Dimitrie Cantemir"
Târgu Mureș

Scanned with OKEN Scanner

CFR 0005

Gheorghe COMAN

ANALIZA VALORII

Editura "Dimitrie Cantemir"
Târgu Mureş - 2001

Scanned with OKEN Scanner

Recenzenţi:
Prof. univ. dr. ing.ec. Petrescu Silvia
Universitatea „Al. I. Cuza" Iaşi
Facultatea de Ştiinţe Economice

Prof. univ. dr. ing. Slătineanu Laurenţiu
Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi" Iaşi
Facultatea de Construcţii de maşini

Prof. univ. dr. ing. Muscă Gavrilă
Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi
Facultatea de Construcţii de maşini

EDITURA "DIMITRIE CANTEMIR"
TÂRGU MUREŞ

CONSILIER EDITORIAL
DR. ING. MURGU ALEXANDRU BOGDAN

ISBN 973 – 8042 – 09 – 7

Tehnoredactare computerizată: George Coghero
Corectură: autorul
Coperta: Editura "Dimitrie Cantemir" Târgu – Mureş
Toate drepturile acestei publicaţii aparţin Editurii "Dimitrie Cantemir" Târgu Mureş. Reproducerea parţială sau integrală, sub orice formă, poate fi făcută numai cu acordul preliminar al editurii şi autorului
Copyright © 2001

Scanned with OKEN Scanner

INTRODUCERE

"Totul curge" scria Heraclit din Efes subliniind schimbările continue ce au loc în Univers, inclusiv pe Pământ, sub toate aspectele. Dar, ca şi acum, şi atunci se punea problema evaluării acestor schimbări, ceea ce însemna că trebuie raportate "la ceva". Acest "ceva" specificat de Heraclit era **"un absolut fix"** fapt ce este atestat de fraza completă a lui Heraclit că: **"Totul curge în raport cu un absolut fix"**.

Dar care este motorul acestor schimbări ce au loc în domeniul economico-social pe Terra? Într-o prelegere ţinută în cadrul unui ciclu de conferinţe organizat de universităţile din Frankfurt şi Heidelberg, cu ocazia centenarului naşterii lui Sigmund Freud, în toamna anului 1956, Herbert Marcuse răspundea la această întrebare numind progresul tehnic ca factor determinant al schimbărilor pe Terra. Astfel, el spunea: **"Ridicarea omenirii din sclavie şi mizerie la o tot mai mare libertate presupune progresul tehnic, adică un grad înalt de dominare a naturii, unicul generator al bogăţiei sociale, care, la rândul ei, permite ca şi trebuinţele umane să îmbrace o formă tot mai umană şi să fie satisfăcute într-un mod tot mai uman"**.

Rezultatele progresului tehnic sunt încorporate, totdeauna, în proprietăţile fundamentale ale produselor destinate utilizării lor de către societatea umană şi în metodele şi procedeele tehnologice de obţinere a acestora. Există multe metode, indici şi indicatori de evaluare a progresului tehnic, fie încorporat în produse, fie în metode sau procedee tehnologice. Una dintre aceste metode, elaborată relativ recent, în timpul celui de al II-lea război mondial, mai precis în 1943, este metoda ingineriei valorii sau analizei valorii.

Însă activitatea propriu-zisă de analiză a valorii sau inginerie a valorii îşi are obârşia mult înapoi în istoria omenirii, probabil a apărut odată cu activitatea productivă a omului, întrucât, acesta, totdeauna şi-a pus drept scop să producă ceva util, mai mult, mai bine şi mai ieftin. Dar, deşi unele elemente esenţiale ale analizei valorii sau ingineriei valorii se pot evalua logic ca fiind apărute odată cu munca omului, numai condiţiile realizării producţiei moderne, în momente excepţionale, le-au impus ca ştiinţă independentă.

Pe măsura concentrării producţiei, devenea din ce în ce mai greu ca întregul proces de conducere a activităţilor tehnico-economice să fie asigurat de un singur om; de aceea, proprietarul (patronul) mijloacelor de producţie a început să atribuie altora câte o parte din sarcinile sale. Şi-au făcut apariţia astfel compartimentele ajutătoare: producţie, finanţe, personal, cercetare şi proiectare etc. Dezvoltarea industrială ulterioară a impus o diferenţiere şi mai accentuată; astfel, compartimentul producţie a fost divizat în aprovizionare, întreţinere şi reparaţii, transport, control de calitate, ordonanţare (programarea producţiei pe locuri de muncă) etc.

Scanned with OKEN Scanner

Pe măsura dezvoltării fiecărei noi activități de conducere au apărut noi științe aplicate, având rolul de a sprijini activitatea respectivă. De exemplu, aplicarea fizicii și chimiei la rezolvarea problemelor de producție a condus la apariția mecanicii tehnice și a chimiei industriale. Au apărut diverse discipline aplicative: tehnologia materialelor, controlul calității, marketing, management, psihologie și sociologie industrială etc.

Un aspect important al acestei dezvoltări constă în faptul că nu a cuprins funcția executivă a procesului de conducere. Pentru a înțelege semnificația acestui fapt, să precizăm ce se înțelege prin această funcție executivă. Ori de câte ori o funcție de conducere este divizată în mai multe "subfuncții" diferite, apare o nouă sarcină; toate aceste noi compartimente trebuie integrate astfel încât ele să servească în mod eficient interesele generale. Funcția executivă este aceea care trebuie să realizeze această integrare. Pentru atingerea acestui scop, funcția executivă trebuie să adopte o decizie dintr-o mulțime dată de decizii posibile. Este naturală și caracteristică activității umane "raționale" tendința de a analiza și compara posibilitățile, în scopul alegerii unei decizii care să permită realizarea obiectivului propus într-o măsură cât mai bună.

Dar, funcția executivă este realizată de conducătorii existenți în fruntea unei organizații care, pentru a putea fi analizată complex cu ajutorul unui model matematic, este considerată un sistem. Un sistem constituie un ansamblu de entități legate între ele. Entitățile pot fi abstracte, ca în sistemul numerelor, sau concrete, ca în sistemul solar. Organizațiile sunt, evident, sisteme concrete, dar nu orice sistem concret formează o organizație. O organizație prezintă patru caracteristici esențiale, fiecare din acestea fiind supusă acțiunii factorilor de conducere. Cu ajutorul lor se definește ceea ce este cunoscut sub numele de "manieră de conducere". Aceste caracteristici sunt:

1. **Componență**. O organizație trebuie să conțină cel puțin două entități distincte, capabile să-și selecteze obiectivele și să-și aleagă mijloacele necesare pentru atingerea lor. Acesta este minimul necesar. În tipurile de organizații ale căror activități și produse sunt analizate prin metoda analizei valorii, entitățile sunt reprezentate de oameni. Astfel de organizații implică, de regulă, existența a trei tipuri de resurse: ***utilaje*** (incluzând mașini, instrumente și alte mijloace tehnice), ***materiale*** și ***bani***.

2. ***Structură***. Entitățile organizației sunt împărțite în cel puțin două subgrupe, având roluri diferite. Cu alte cuvinte, în interiorul sistemului există o diviziune a muncii: nu toate componentele sistemului execută același lucru, dar cea mai mare parte a activității fiecărei componente este destinată să servească interesele sistemului în ansamblu. O organizație industrială conține, de regulă, cel puțin următoarele compartimente: ***producție, comercial, financiar*** și ***personal***. Se adaugă, în ultimul timp, și compartimentul de cercetare sau proiectare.

Scanned with OKEN Scanner

3. ***Comunicații***. Diferitele entități ale sistemului trebuie să fie capabile să interacționeze între ele şi cu mediul extern. De aceea, este necesar ca sistemul să posede capacitatea de a obține informații, fie direct, prin observație, fie indirect, prin comunicații. Comunicațiile formează liantul care uneşte componentele sistemului într-un tot unitar.

4. ***Control***. Sistemul trebuie să dispună, cel puțin parțial, de posibilitatea unei autodirijări, adică de posibilitatea de a-şi fixa obiectivele, de a evalua măsura în care aceste obiective sunt îndeplinite şi de a-şi putea modifica componența, structura, comunicațiile şi chiar sistemul de control. Ea trebuie să fie, prin urmare, ***adaptabilă*** şi ***autoreglabilă***.

Rezultă că, pentru a-şi atinge scopul propus, funcția executivă este necesar să-şi stabilească obiectivele în compartimentele corespunzătoare, precum şi anumite criterii care să indice măsura în care aceste obiective au fost îndeplinite. De exemplu, de regulă, conducerea unei firme atribuie departamentelor principale următoarele sarcini:

Departamentul producție. Maximizarea cantității de mărfuri (sau servicii) produse şi minimizarea cheltuielilor specifice de producție.

Departamentul comercial. Maximizarea cantității de mărfuri vândute şi minimizarea cheltuielilor specifice legate de desfacerea mărfurilor.

Departamentul financiar. Minimizarea capitalului necesar pentru menținerea unui nivel de producție dat.

Departament personal. Urmăreşte ca salariații să-şi îndeplinească sarcinile în mod conştiincios şi să asigure o înaltă productivitate a muncii.

Nu poți să nu fii de acord cu aceste principii, dar, întrucât ele sunt deseori contradictorii, aplicarea lor, în practică, este mai greu de înfăptuit. Ca o ilustrare a acestui fapt să urmărim atitudinea pe care o au cele patru departamente menționate

Departamentul producției caută să producă cât mai mult, la costuri de producție cât mai scăzute. Acest lucru se poate realiza numai prin fabricarea, în mod continuu, a unui singur produs. Dacă se cer mai multe tipuri de produse, metoda cea mai ieftină constă în a produce, de fiecare dată, serii cât mai mari. În acest fel se minimizează pierderile de timp cerute de adaptarea utilajelor la o producție nouă, iar experiența acumulată, prin efectuarea, timp îndelungat, a unui acelaşi produs, duce la creşterea productivității. Cum departamentul producție cere să se lucreze cât mai puține tipuri de produse, în serii cât mai mari, rezultă necesitatea unor stocuri cât mai mari conținând relativ puține categorii de produse. Şi, într-adevăr, departamentul producție preferă, în general, acea politică de stocuri care asigură un spațiu larg de depozitare şi o nomenclatură redusă de produse finite.

Scanned with OKEN Scanner

Departamentul comercial doreşte, de asemenea, un spaţiu mare de depozitare pentru ca de la început clientul să poată fi aprovizionat cu ceea ce ar dori imediat. Dar, cum departamentul comercial doreşte să vândă cât mai multe produse el trebuie să dispună de produse cât mai variate. De aceea departamentele producţie şi comercial intră, de obicei, în conflict, în ceea ce priveşte nomenclatura mărfurilor produse; departamentul comercial susţine producerea unor mărfuri de serie mică, chiar nerentabile, pe când departamentul producţie reclamă scăderea lor.

Departamentul financiar, în virtutea obiectivului său de minimizare a capitalului necesar, doreşte să reducă mijloacele fixe de producţie. Una din cele mai uşoare căi, pentru aceasta, constă în reducerea stocurilor şi deci a capitalului fix legat de ele. De regulă, departamentul financiar crede că nivelul stocurilor trebuie să crească şi să scadă proporţional cu creşterea sau scăderea vânzărilor firmei.

Departamentul personal, ca şi cel de producţie, chiar dacă vânzările de produse sunt reduse, nu doreşte totuşi să reducă nivelul producţiei şi să concedieze muncitorii deoarece astfel de măsuri au o influenţă negativă asupra moralului personalului şi implică cheltuieli suplimentare legate de concedieri şi instruirea noilor angajaţi. De aceea, departamentul personal este interesat în menţinerea producţiei la un nivel cât mai constant posibil. Aceasta implică creşterea stocurilor atunci când vânzările sunt slabe şi micşorarea lor în cazul unor vânzări importante. Prin urmare, departamentele financiar şi personal au păreri diferite în ceea ce priveşte politica de urmat în problema stocurilor.

Sarcina funcţiei executive constă în alegerea unei politici care să servească cât mai bine interesele firmei în ansamblu şi nu interesele vreunuia din departamentelor sale. Pentru a realiza această integrare este necesar să fie luat în considerare tot sistemul, în ansamblul său, şi în această constă esenţa funcţiei executive.

Deşi utilizăm în mod curent termenul de decizie "optimă", în numeroase cazuri "optimalitatea" este un concept extrem de complex, care nu poate fi definit decât în limitele unui model matematic care permite, prin metode adecvate, să se obţină date ce ne conduc spre o decizie cel puţin aproape optimă.

Întrucât ceea ce se înţelege prin analiza valorii reprezintă, în esenţă, o abordare ştiinţifică a problemelor funcţiei executive, se ajunge la concluzia că dezvoltarea ei, în domeniul conducerii activităţilor economico-industriale, a fost mult întârziată. Este posibil ca această situaţie să se fi prelungit indefinit dacă analiza valorii nu ar fi fost utilizată în unele activităţi destinate producţiei militare în timpul celui de al doilea război mondial.

Caracteristicile esenţiale ale analizei valorii, care rezultă din definirea ei (vezi cap. 1) sunt: **a** – abordarea în ansamblu a problemelor tehnico-economice; **b** – utilizarea unor echipe

Scanned with OKEN Scanner

interdisciplinare în efectuarea analizei valorii; c – aplicarea metodelor ştiinţifice la problemele de conducere, în concordanţă cu rezultatele obţinute la analiza valorii.

Dar, indiferent de metoda folosită, întotdeauna se caută o soluţie optimă sau suboptimă (aproape optimă). O soluţie optimă este o soluţie care minimizează sau maximizează (după cum este cazul) valoarea funcţiei criteriu din model, cu restricţiile care apar în model. Cum modelul nu constituie niciodată o rezolvare perfectă a problemei, deci soluţia optimă nu este totdeauna cea mai bună soluţie a problemei.

Încă de la începuturile ei analiza valorii a fost aplicată la rezolvarea unei mari varietăţi de probleme. Multe din acestea aveau un caracter mai curând tactic decât strategic. Distincţia dintre problemele tactice şi cele strategice nu este simplă deoarece ea se bazează pe cel puţin tei caracteristici ale problemei, fiecare dintre acestea având un caracter gradual.

Mai întâi, o problemă are caracter tactic mai accentuat decât alta, dacă efectul pe care îl exercită soluţia sa are o durată mai scurtă sau, ceea ce este de fapt acelaşi lucru, dacă soluţia poate fi uşor modificată sau înlocuită. Cu cât efectul soluţiei durează mai mult, cu atât caracterul strategic al problemei este mai accentuat. De aceea, o problemă în care se stabileşte producţia pentru ziua următoare este o problemă tactică, în comparaţie cu problema construirii unei noi unităţi economice. Analiza valorii s-a aplicat mai mult problemelor având o durată scurtă decât celor de lungă durată.

În al doilea rând, o problemă are un caracter cu atât mai strategic, cu cât este mai mare partea din organizaţie care este afectată direct de rezolvarea ei. De aceea, o problemă privind alegerea unei forme de evidenţă contabilă are un caracter tactic, în comparaţie cu problema stabilirii bugetului întregii firme. Această caracteristică se numeşte aria problemei.

În sfârşit, o problemă are un caracter strategic cu atât mai pronunţat, cu cât ea joacă un rol mai important în determinarea obiectivelor intermediare sau finale. Toate problemele stabilesc căile şi mijloacele prin care se atinge scopul dorit, însă, cele mai multe probleme presupun că acest scop este dat din exterior sau este cunoscut în prealabil. Astfel de probleme au caracter tactic.

Cele trei caracteristici enumerate nu oferă o delimitare clară între problemele strategice şi cele tactice. De aceea, în cel mai bun caz, putem spune că o problemă are un caracter mai mult sau mai puţin strategic (sau tactic), în raport cu unul sau cu altul din cele trei aspecte.

Problemele de conţinut ale analizei valorii au caracter universal, având valabilitate în toate domeniile vieţii materiale, nefiind legate de modul de proprietate. Facem acest precizări întrucât există mari discuţii aspra acestor aspecte. Ele, de fapt, sunt dezbătute în general în literatura economico-socială, nu numai la noi în ţară. Astfel, economistul austriac Hayek, Friedrich August von (1899-1992),

Scanned with OKEN Scanner

laureat al premiului Nobel pentru economie în 1974, scria că orice încercare de a schimba sau altera sistemul economic al întreprinderii private este greşită sau chiar imorală. *„Noi am devenit o societate internaţională pacifistă şi prosperă"* scria el, *„prin faptul că am învăţat să ...aplicăm anumite legi abstracte ale onestităţii – legi care fundamentează proprietatea şi care sunt în final codificate în dreptul privat. Pe aceste legi ale proprietăţii şi contractului se bazează dezvoltarea unei societăţi internaţionale pacifiste şi prospere"*[1].

Economia de piaţă care – susţine Hayek – constituie singurul mijloc de a asigura pacea şi prosperitatea este considerată a fi rezultatul unei selecţii sociale inconştiente, analoage selecţiei naturale. Încercările făcute de liberali sau socialişti de a crea o societate mai bună, bazată pe raţiune, sunt privite deci, ca fiind distructive pentru ordinea socială.

Desigur, este o teorie contestabilă şi mult contestată, fiind utopică şi neştiinţifică întrucât economia de piaţă ce o „patronează" *omul economic* al lui Hayek este supusă unor mituri. Într-o asemenea lume utopică nu există loc pentru corporaţii gigantice care să atenueze competiţia şi cu atât mai puţin pentru companii care să apeleze la guverne, cu scopul de a le oferi garanţii în caz de dificultăţi – ambele situaţii fiind adevăruri cunoscute ale statului modern. Dar iată şi o părerea autorizată, contrarie, din partea reputatului om de ştiinţă american, fost profesor de economie (1949-1975) la *Harvard University*, consilier pe probleme economice al lui John F. Kennedy şi Adlai Stevenson, preşedinte al *American Economics Association*, preşedinte al *American Academy of Art and Letters*, John Kenneth Galbraith[2]: ***„...o economie modernă nu poate, fără intervenţia guvernului, să ajungă la un nivel performant şi la un progres general continuu. Pot interveni operaţiuni de amploare riscante şi păgubitoare, pot exista crize şi recesiuni dureroase şi de lungă durată. Măsurile adecvate ce trebuie luate pentru a le controla sunt foarte controversate, dar nu există nici o îndoială că statul este cel care are responsabilitatea să le ia"***. Şi mai departe: ***„În timp ce socialismul cuprinzător a pierdut teren şi a dispărut ca ideologie efectivă şi acceptată, o doctrină opusă, deşi mai limitată, şi-a făcut apariţia. Aceasta este privatizarea, reîntoarcerea generalizată a întreprinderilor şi activităţilor publice la sistemul privat şi la economia de piaţă. Ca regulă generală, privatizarea este la fel de irelevantă ca şi socialismul cuprinzător. Există o arie largă de activităţi economice în care piaţa este şi ar trebui să fie neconcurenţială; la fel, există o gamă***

---

[1] Hayek F. A., *Knowledge, Evolution, and Society*, Adam Smith Institute, 1983, p.39-43.

[2] John Kenneth Galbraith, *Societatea perfectă. La ordinea zilei: binele omului*, Eurosong&Book, Bucureşti, 1997, p.25 – 26.

Scanned with OKEN Scanner

largă de activități ce se dezvoltă odată cu creşterea bunăstării economice, în cadrul căreia serviciile şi funcțiile statului sunt fie necesare, fie superioare pe plan social. Prin urmare, privatizarea nu este cu nimic mai bună ca orientare modelatoare a activităților publice decât socialismul. În ambele cazuri regula de bază a doctrinei este de a te împiedica să gândeşti. Într-o societate bună există un principiu dominant legat de astfel de probleme: decizia trebuie luată în raport cu caracteristicile economice şi sociale ale cazului în speță. Nu parcurgem o eră a doctrinei, ci o era a judecății practice".

Economia modernă, indiferent de forma de proprietate, are la bază aplicarea celor mai noi cuceriri ştiințifice care permit modernizarea produselor şi proceselor tehnologice, precum şi o organizare superioară a modului de conducere a activităților colectivului legat de unitatea economică considerată. Neglijarea acestor aspecte conduc la dificultăți în desfăşurarea proceselor tehnico-economice în comunitatea umană în general şi într-o unitate economică, în particular.

Creşterea ratei intensității progresului economico-social, pe baza perfecționării continue a proceselor tehnico-ştiințifice, este o caracteristică esențială a societății contemporane.

De aceea, metodele tradiționale de analiză a fenomenelor economico-sociale şi tehnico-ştiințifice, la baza cărora stă o triere succesivă a factorilor de influență, se caracterizează printr-o serie de dezavantaje de principiu şi, ca urmare, ele nu mai pot fi utilizate pentru obținerea unor modele cuantificabile matematic, de conducere şi prognosticare a direcțiilor de dezvoltare multiplă a vieții umane.

Actualmente, în toate domeniile vieții economico-sociale şi tehnico-ştiințifice, se răspândesc din ce în ce mai mult metode matematice moderne care permit obținerea unor modele matematice adecvate pentru modelarea fenomenelor economico-sociale şi tehnico-ştiințifice, în scopul evaluării cât mai corecte a comportării acestora în dinamica dezvoltării lor, cu un grad ridicat de precizie şi fiabilitate.

Dar, ştiințele matematice sunt ipotetico-deductive. Matematicianul îşi dă un sistem de definiții şi axiome şi din aceste „ipoteze" deduce o serie întreagă de consecințe. Îi este suficient ca axiomele de la care pleacă să fie independente şi compatibile, iar teoremele ce decurg din ele să fie corect deduse. În toate acestea matematicianul nu are de-a face decât cu convenții puse de el însuşi şi cu înlănțuiri logice ale propriei sale gândiri. El pare să constituie astfel o lume matematică independentă, total transparentă spiritului care a creat-o. Astfel, pe baza unor axiome sau postulate au fost construite, cu o logică indubitabilă, geometria lui Euclid sau Lobacevschi. Axiomele respective sunt considerate adevăruri evidente şi nedemonstrabile. Însă, ambele au devenit admisibile ca axiome de bază a două geometrii diferite.

Din contră, ştiințele tehnico-economice, numite şi ştiințe ale materiei, se prezintă ca un efort de cunoaştere a lumii reale, ca o

Scanned with OKEN Scanner

explorare a naturii. Ele sunt, după cum adesea se spune, *„ştiinţe de observaţie"* asupra faptelor.

În ştiinţele tehnico-economice matematica este un instrument de sintetizare, de modelare a volumului de cunoştinţe obţinut pe baze experimentale.

Matematizarea ştiinţelor tehnico-economice s-a datorat necesităţilor acestora de a progresa, pe baza unui efort mai redus pentru comunitatea oamenilor de ştiinţă, în vederea adâncirii cunoaşterii legilor naturii şi creierii pe baza lor a unor produse şi procese inexistente prealabil în natură. Numai aşa s-a obţinut o creştere exponenţială a volumului de cunoştinţe catalogate de societatea umană.

Pentru a avea o imagine asupra ritmului de creştere a volumului de cunoştinţe vom menţiona faptul că permanent circa 90% din totalul oamenilor de ştiinţă (încorporaţi în instituţii specializate pentru cercetare) existenţi în istoria descoperirilor şi creaţiilor tehnico-ştiinţifice sunt în viaţă. Ori, acest ritm de creştere a necesităţii de cercetători poate conduce la un moment dat la un paradox, că ar fi necesari mai mulţi cercetători decât populaţie umană. Acest paradox a fost înlăturat prin progresul realizat şi în domeniul metodologic al cercetării ştiinţifice.

Primul mare progres în domeniul metodologic al cercetării ştiinţifice îl poate constitui organon-ul lui Aristotel, bazat pe logica deductivă (sau aristotelică) care a dominat logica cercetării ştiinţifice peste o mie de ani, până la noul organon al lui Bacon.

Al doilea mare progres îl putem considera realizat în momentul când s-a demonstrat, teoretic şi experimental, existenţa corectă a logicii inductive sau probabiliste.

Al treilea mare progres îl putem considera la începutul secolului al XX-lea, odată cu pătrunderea în metodologia cercetării ştiinţifice a metodelor de programare sau planificare statistico-matematică a experimentelor şi prelucrare statistico-matematică a rezultatelor investigaţiilor ştiinţifice.

Unul din principalii fondatori ai noii metodologii de cercetare ştiinţifică, bazată pe programarea matematică a experienţelor şi prelucrarea statistico-matematică a rezultatelor obţinute, a fost Ronald Aylmer Fischer (1890-1962), profesor la Universitatea din Cambridge. R.A.Fischer este fondatorul domeniului statisticii-matematice cunoscut sub denumirea de ***analiză dispersională*** sau analiza varianţei, introdusă în preocupările lui cu scopul de a pune la punct o serie de principii ale planificării şi analizei experimentelor, care au revoluţionat de atunci metodologia experimentării în agricultură, sub denumirea de *Analysis of Variance*, de unde şi denumirea întâlnită în manualele de specialitate de metoda ANOVA. Contribuţiile lui R. A. Fisher în domeniul statisticii matematice sunt concretizate în două lucrări de bază în statistică şi anume: *Statistical Methods for research*

Scanned with OKEN Scanner

design of Experiments (Metode statistice pentru cercetători ştiinţifici), publicată în 1925 şi *The Design of Experiments* (Proiectarea experimentelor), publicată în 1935. În aceste lucrări se află descrise principiile filozofice şi tehnicile principale ale domeniilor respective - ANOVA şi proiectarea experimentelor. Aplicaţiile statisticii în domeniul biologiei de către R. A. Fischer este justificată printr-o lege a naturii: *"variabilitatea în repetare şi nu reproducerea identică"*. Indivizii unei specii se aseamănă dar nu sunt identici. De aceea, nici în activităţile umane nu se pot reproduce identic acţiunile întreprinse, cu rezultatele identice. Dacă se repetă de mai multe ori măsurarea unei caracteristici oarecare ce defineşte o situaţie sau un proces, rezultatele ce se vor obţine nu vor fi niciodată identice, ci vor prezenta o variabilitate mai mică sau mai mare.

Dar, R. A. Fischer a avut doi mari predecesori, Francis Galton (1822-1911) şi Karl Pearson (1857-1936). Aceste personalităţi eminente au fost, ambele, puternic implicate în aplicarea matematicii şi a descoperirilor ştiinţifice la problemele de biologie.

Menţionăm aceste momente importante în stabilirea unei metodologii moderne de abordare a problemelor de cercetare ştiinţifică, întrucât sunt legate de progresul înregistrat în domeniul biologiei şi ştiinţelor agricole, ori, după mulţi scientologi, cele mai deosebite rezultate obţinute, ca urmare utilizării cercetărilor ştiinţifice în multitudinea de domenii ale vieţii materiale şi spirituale, sunt cele din agricultura americană. Şi, rezultatele respective sunt legate nemijlocit de aplicarea acestor metode de cercetare modernă. Nu întâmplător printre primele lucrări traduse în limba română în domeniu este: Snedecor G. W. *Metode statistice aplicate în cercetările de agricultură şi biologie* (traducere din limba engleză), Editura didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1968.

Desigur, folosirea metodelor moderne de cercetare, bazate pe planificarea statistico-matematică a experienţelor şi prelucrarea statistico-matematică a rezultatelor obţinute, se folosesc, cu mult succes, şi în alte domenii de cercetare ştiinţifică. Un loc important ocupându-l cele din domeniul tehnico-industrial.

În prezentul manual se prezentă unele aspecte legate de alegerea soluţiilor elaborate la analiza valorii. Pentru alte aspecte legate de această problemă, autorul a colaborat la elaborarea unui manual de Managementul cercetării, menţionat la bibliografie, cu referire esenţială asupra managementului de proces în domeniul cercetării experimentale şi nu la managementul administrativ al cercetării, domeniu mult abordat în literatura de specialitate.

Desigur, o întrebare care se pune este: cui i se adresează prezentul manual ? Răspunsul este că manualul se adresează managerilor proceselor economice, economişti şi ingineri. Pentru a fi mai bine înţeleşi vom reaminti celor care-l studiază două momente deosebite din acest punct de vedere din filmul italian "Caracatiţa", pe care credem

Scanned with OKEN Scanner

că mulți l-au vizionat. La un moment dat apare un personaj care domină filmul începând de la seria a doua până la a şaptea, Tano Cariddi, interpretat cu foarte mare succes de celebrul actor italian Remo Girone de la *"Picolo Teatro"* din Roma. Când apare pentru prima dată în film, apare lângă bătrânul Antinari, un mare specialist în finanțe, creatorul băncii care îi poartă numele. Era provenit dintr-o familie săracă, fiind ajutat de bătrânul Antinari pentru aşi face studiile în domeniul economic. La circa 15 ani de la terminarea studiilor se găseşte tot în preajma bătrânului Antinari, când nepoata acestuia îl întâlneşte şi-l întreabă: *la vârsta ta, de ce stai în preajma unui bătrân în loc să te duci să te distrezi ?* La această întrebare Cariddi răspunde scurt: *pentru ca să învăț !* Un al doilea moment pe care vrem să-l menționăm este discuția lui Tano Cariddi, după ce a ajuns conducătorul băncii Antinari, cu şeful unei familii mafiote, Puparu, căruia îi propune să investească banii proveniți de la mafie într-o afacere privind cumpărarea unei mici insule de sub jurisdicția italiană şi să depoziteze pe aceasta deşeuri radioactive. Puparu, mafiot de stil "vechi", refuză, spunând că nu este de acord cu investiții în depozitarea deşeurilor şi nici cu comercializarea drogurilor. La acest răspuns Cariddi îi spune că se pierde un miliard de dolari de la această afacere şi întreabă spre ce sector economic să-şi îndrepte atenția pentru a contracara această pierdere. Puparu îi răspunde: *aceasta este treaba ta şi dacă nu ştii cum să procedezi du-te un amărât de contabil la o întreprindere anonimă şi nu te agăța de conducerea unei asemenea instituții financiare.* De aici două învățăminte majore: unul legat de faptul că terminarea studiilor sub formă organizată nu încheie pregătirea profesională şi al doilea că disciplinele extracontabile te pregătesc pentru a deveni economist şi nu a rămâne un simplu contabil. Rezultă deci că acest manual se adresează celora care vor să fie economişti şi nu simpli contabili. Întrucât în sectorul productiv funcția executivă este asigurată de ingineri, rezultă implicit că prezentul manual se adresează şi acestora.

În cadrul manualului, vom examina cum analiza valorii contribuie la luarea unor decizii corecte, în cadrul funcției executive. Cum aceste decizii vizează atât aspecte tehnice cât şi economice, conținutul materialului se adresează atât activităților inginereşti, cât şi celor economice (contabile). Sperăm că cel care-l "parcurge" până la sfârşit să spună ca în poemul lui Walt Whitman:

O, căpitane, căpitanul meu !
Am trecut prin tot felul de primejdii,
Am înfruntat toate uraganele,
Şi iată, comoara e, în sfârşit, a noastră !

Scanned with OKEN Scanner

CAP. 1. OBIECTIVUL ANALIZEI VALORII

1.1. Ce este valoarea ?

Valoarea este o anumită relație între ceva oarecare dat (un obiect, o idee, un proces, relație, real, fictiv, chiar însăşi valoarea) şi un subiect ce evaluează. Rezultă că prin *valoare* se înțeleg două lucruri distincte şi totuşi coordonate: (**a**) *aprecierea* pozitivă sau negativă, aprobarea sau dezaprobarea, iubirea sau ura, socotirea sau nesocotirea unui dat oarecare; (**b**) *preferința*, plusvaloarea, predilecția sau alegerea între mai multe valori de acelaşi fel sau de calități deosebite; pe scurt, stabilirea unei scări de valori, de preferințe. Aşadar, este diferență între a aprecia şi a prefera; ambele sunt însă valori. Şi omul evaluează spontan fiindcă trăieşte.

De obicei se spune: *aceasta e o valoare*; trebuie însă înțeles prin expresia respectivă că: *aceasta are o valoare*. Evaluarea postulează ceva dat (real sau nu), care urmează a fi un obiect de apreciere sau preferință.

Termenul *valoare* a fost inițial folosit în morală, şi atunci era totuna cu *bine* şi chiar cu *ideal* – idealul era valoarea maximă; şi totodată în *economia politică*, deosebindu-se de preț, care e o valorificare subordonată. Morala şi economia politică sunt disciplinele generatoare ale preocupărilor normative sau valoriste. Prin Fr. Nietzsche (1844-1900) termenul de valoare a dobândit o extensiune mai mare, îmbrățişând întreaga viață culturală, iar prin Bertrand Russell (1872-1970) valoarea devine o problemă filozofică de mâna întâi.

Dar exprimarea unei ierarhii presupune o judecată de valoare. Dacă judecata în sine este o constatare, o descriere a faptelor prezente şi avute, judecata de valoare presupune ierarhizarea constatărilor. Judecata de valoarea exprimă o evaluare, actul de prețuire şi ierarhizare a celor constatate.

Când enunțăm: un lucru sau o persoană au o valoare sau sunt valoroase, întreprindem o judecată de valoare şi înțelegem prin aceasta că: lucrul şi persoana valorează pentru un subiect oarecare. Chiar când raportarea nu e explicit formulată, ea există implicit. Relativitatea este inerentă valorii. E îndoită de relativitate.

Valoarea presupune deopotrivă anumite însuşiri sau proprietăți la obiect – evaluarea e deci condiționată şi de structura obiectelor – dar şi o anumită constituție a conştiinței, a subiectului. ***Valoarea este o relație între obiect şi subiect***. Totuşi a vădit că în evaluare accentul cade pe factorii *subiectivi: **fără subiect nu avem valoare***.

Vorbind despre *valoare* şi *evaluare* s-ar părea că sunt fapte deosebite. Pentru obiectul disciplinei noastre, ***evaluarea şi valoarea*** tind a se confunda; ***ambele sunt relații***. Un act specific, psihologic,

Scanned with OKEN Scanner

de evaluare, nu există în practica analizei valorii. ***Evaluarea presupune factori obişnuiţi ai conştiinţei***; nota distinctivă a ei stă doar în conlucrarea lor, determinată de faptul, acesta specific, al valorii, al relaţiei dintre lucruri şi conştiinţă. De asemenea, nu sunt valori esenţial deosebite; valorile estetice, etice, religioase, hedonice, se deosebesc de materialul lor, nu în faptul însuşi al evaluării. Valoarea ca atare este una şi aceeaşi.

Care sunt factorii subiectivi ce determină evaluarea ? Condiţionarea subiectivă a evaluării sunt două atribuite clasice ale conştiinţei: sentimentul şi voinţa. Pentru unii, cei mai mulţi, afectivitatea (plăcerea şi neplăcerea) e factorul subiectiv determinant în evaluare; pentru alţii voinţa. Oricâte îndoieli ar stârni aceste consideraţii, trebuie să avem în vedere că în orice exprimare ierarhică nu pot lipsi nici sentimentul (plăcere şi neplăcere), nici voinţa (urmărirea unui scop). *Nu dorim lucrurile, fiindcă descoperim în ele o esenţă mistică, numită valoare, ci fiindcă le dorim, le atribuim şi valoare.* Se poate spune în genere: Un lucru are o valoare sau este valoros când: (**a**) produce o plăcere; (**b**) e potrivit unui scop urmărit spre realizare de voinţă. ***Valoros este plăcutul şi mijlocul de realizare a unui scop.***

Întrucât analiza valorii operează cu soluţii noi întâmpină anumite dificultăţi în aprecierea noului. Acesta datorită faptului că noul diferă de legităţile componentelor care i-au dat naştere. Deşi nu vine din afara sistemului de analizat şi nu poate apare de la sine (invenţia – de orice natură – nu e un miracol), fiind o lege periodică a sistemului, *noutatea*, *neprevăzutul*, este o discontinuitate ireductibilă la vreuna din legităţile elementelor care compun sistemul sau la legităţile ansamblului lor. Noului i se opune tendinţa de conservare proprie sistemului; unul dintre parametrii de stabilitate ai acestuia fiind redundanţa.

1.1. Ce este analiza valorii ?

Analiza valorii este o metodă care îşi propune să realizeze pentru produs, proces, proiect sau serviciu, parametrii tehnico-funcţionali (tehnico-economici şi estetici), aşa cum sunt ceruţi de necesităţile sociale, cu cele mai mici costuri. Ea se bazează, în esenţă, pe examinarea parametrilor funcţionali ai produsului, procesului sau serviciului analizat, respectiv valoarea lui de întrebuinţare (utilitatea lui), stabilind costurile fiecărei funcţii şi soluţii, care conduc la realizarea parametrilor funcţionali doriţi, cu costuri minime. Deci, ea acţionează pentru maximizarea parametrilor funcţionali şi minimizarea costurilor, atât la nivelul fazei de concepţie constructivă a produselor, serviciilor sau proceselor, cât şi cel a producerii lor.

Cu alte cuvinte, se poate spune că ***analiza valorii este o metodă de îmbunătăţire a valorii produsului prin îmbunătăţirea***

Scanned with OKEN Scanner

relației dintre funcțiile tehnico-sociale ale unui produs și costul său. În manualul de față se explică modul în care decidenții (funcția executivă) pot recurge la colectivele de lucru pentru a pune în contact diverși specialiști care contribuie la analiza valorii, astfel încât aceștia să facă legătura între fiecare element al produsului care se valorizează și elementele sale corespunzătoare de cost, pentru a realiza aceeași funcție a produsului, la un cost mai redus. În cadrul manualului, termenul de "produs" se folosește pentru produse manufacturate propriu-zis, servicii, procese și operații tehnologice; "preț" pentru aprecierea monetară a utilității sau a plăcerii furnizate de produs, adică expresia bănească a valorii recunoscute a unui bun economic în schimbul de piață, ce se formează și evoluează în condițiile liberei concurențe, fără a putea fi influențat de vânzător sau cumpărător și "cost" pentru măsurarea monetară a fiecărei cheltuieli care trebuie făcută pentru a se realiza această utilitate sau plăcere.

Pornind de la parametrii funcționali doriți, analiza valorii concepe soluții noi, punând total în discuție forma fizică a produsului. Analiza valorii exclude posibilitatea analizării unor piese, subansamble sau părți date, care nu răspund unei necesități sociale. Acest mod interogatoriu de abordare a problemei, care constă în stabilirea costurilor pe repere, subansamble sau produse, analiza valorii introduce noțiunea ***"cost al funcțiilor produsului"*** care trebuie realizate cu cheltuieli minime, fără a diminua calitățile cerute de utilizator. ***Costurile de producție ale unei funcții se repartizează nu la un corp fizic, ci la o anumită calitate socială a produsului – măsurabilă tehnic.*** Analiza valorii acționează astfel în direcția maximizării raportului dintre valoarea de întrebuințare și valoarea unui produs li se face ca sumă a valorilor de întrebuințare elementare, ponderate cu greutatea specifică a fiecărei funcții în valoarea de întrebuințare a produsului.

În cazul analizei valorii se parcurg mai multe etape. După o informare pe plan tehnic, social și economic, urmează analiza produsului existent, în sensul determinării nomenclatorului de funcții ale sale și dimensionării tehnice a funcțiilor, determinării funcțiilor inutile, comparării dimensiunilor tehnice ale funcțiilor cu necesitățile sociale, comparării ponderii funcțiilor în costuri și valoarea de întrebuințare etc. Pe această bază se desprind concluzii asupra direcțiilor de îmbunătățire constructivă a produselor și se trece apoi la reconceperea produselor existente (sau conceperea, în cazul produselor noi) prin : determinarea nomenclatorului de funcții ale produsului în strânsă corelație cu necesitățile sociale, determinarea limitelor maximă și minimă ale dimensiunilor tehnice ale funcțiilor, elaborarea soluțiilor constructive posibile și selectarea celor mai bune.

Analiza funcțiilor pe care trebuie să le îndeplinească produsele pentru a satisface dorințele utilizatorului se numește analiză funcțională. O astfel de analiză începe cu identificarea

Scanned with OKEN Scanner

condițiilor privind limitele sistemelor şi subsistemele tehnice încorporate în produs, a intrărilor şi ieşirilor dorite şi se concretizează printr-o listă amănunțită a funcțiunilor şi a operațiilor care trebuie îndeplinite. Fiecare funcțiune se caracterizează prin propriile intrări şi ieşiri diversele funcțiuni se racordează determinând astfel secvența necesară sau cum se spune fluxul informațiilor sau al operațiilor. Problemele care există la interferențele dintre funcțiuni sunt de fapt unele din cele mai importante care se cer soluționate la analiza valorii. Cele mai frecvente probleme care se ivesc sunt cele create prin faptul că diversele subsisteme au fost sau sunt proiectate independent sau prin faptul că diviziunea muncii între activitățile din diverse subsisteme a permis apariția de inconveniente sau chiar incompatibilități, ca urmare a deosebirilor între metodologiile aplicate sau lipsei de comunicație între diversele compartimente de lucru.

La analiza funcțională, o importanță deosebită o constituie reprezentarea grafică în schema bloc a produsului, a intrărilor şi a ieşirilor, relațiile de timp, fluxul informațiilor şi funcțiunile care trebuie îndeplinite la fiecare verigă a sistemului. Reprezentările grafice arată, de asemenea, cum sunt intrările în fiecare verigă transformate în ieşiri care la rândul lor devin intrări pentru veriga următoare. Elementele care trebuie identificate în reprezentările grafice în schema bloc pentru fiecare intrare şi ieşire sunt: Care este sursa intrării ? Când soseşte comanda la intrare în raport cu punerea în funcțiune a alimentării energetice a produsului ? Cum soseşte intrarea (continuu sau intermitent) ? Care este consumul de timp dintre intrare şi realizarea ieşirii ? Ce se face cu intrările pentru a se obține ieşirile ? Când apar ieşirile ? Câte ieşiri apar ? Cât de frecvente sunt ieşirile ? Care sunt destinațiile ieşirilor ? etc. Desigur, în raport cu caracteristicile produsului, întrebările de analiză funcțională pot fi foarte variate.

Caracteristica principală a unei reprezentări grafice în schema bloc este aceea că ea descrie fluxuri, fie că este vorba de flux de oameni, materiale, bani, informații etc. Totodată, din ea rezultă succesiunea de timp şi a relațiilor dintre elementele constitutive ale produsului.

La analiza funcțională a produselor o problemă importantă o constituie evidențierea restricțiilor acestora. ***Prin restricții se înțeleg toate acele criterii şi condiții care limitează, din punct de vedere tehnic, domeniul soluțiilor realizabile, acceptabile sau posibile şi prin care se exprimă numeroase dintre proprietățile externe şi interne ale produsului.*** Identificarea restricțiilor şi a efectelor lor asupra conținutului concepției produsului în ansamblu nu se poate realiza independent de celelalte etape de analiza a valorii acestuia. Dimpotrivă, restricțiile sunt conturate, formulate şi definitivate progresiv, pe parcursul diverselor etape de analiză a valorii. Pe măsură ce se completează lista restricțiilor care acționează asupra limitelor funcționale ale produsului, devine posibil să se cerceteze

Scanned with OKEN Scanner

efectele interacțiunilor lor asupra întregului sistem şi sensibilitatea obiectivelor lui față de diversele restricții.

Identificarea restricțiilor ca şi a efectului lor asupra eficienței produsului reprezintă un alt aspect deosebit de important – deşi deseori omis - în analiza valorii produselor. Analiza restricțiilor oferă o viziune realistă asupra soluțiilor practic raționale tocmai datorită faptului că ele acționează ca un filtru care selectează cerințele utopice sau neraționale de cele efectiv necesare şi posibile.

Restricțiile pot fi clasificate după sfera lor de influență, ca de exemplu politice, juridice, economice, tehnologice, fizice, de ambianță, organizatorice, de comportament şi sociale. Ca exemple concrete de restricții care pot interveni în probleme, de exemplu, în probleme de sisteme de prelucrare a datelor se pot cita: datele de calitate redusă şi dispozitive necorespunzătoare de înregistrare; lipsa standardizării în înregistrările şi formatele datelor; metode necorespunzătoare de colectare, organizare, prelucrare şi transmitere a datelor; deficiențe în calitatea şi sfera de cuprindere a datelor; incompatibilități între caracteristicile echipamentelor şi metodele de înregistrare, prelucrare şi transmitere; personal insuficient numeric sau ca nivel de pregătire; considerente privind caracterul secret al informațiilor; limitări generate de sumele băneşti alocate; obiective contradictorii la proiectarea sistemului; interese personale; insuficientă stimulare şi motivație; lipsa coordonării la proiectarea şi operarea sistemului informațional.

Evaluarea restricțiilor poate cuprinde: efectul restricțiilor asupra posibilităților de realizare a obiectivelor sistemului; efectul restricțiilor asupra funcționării sistemului; consecințele diminuării sau eliminării efectelor restricțiilor asupra eficienței sistemului şi cheltuielile pe care le pretind asemenea diminuări sau eliminări.

După analiza funcțională şi conceperea produsului se acordă asistență tehnică pentru aplicarea studiului şi verificarea practică a rezultatelor. Această concepție presupune crearea unui climat de reconsiderare a producției fiecărei unități economice, vizând cele trei faze principale şi costurile unui produs: concepția, materialele utilizate şi tehnologiile de fabricație.

Întrucât funcția produselor şi serviciilor, în cadrul metodei analizei valorii, sunt privite din punctul de vedere al consumatorului final, aplicarea largă a acestei metode este posibilă numai în condițiile unui mecanism economic în care toate unitățile economice se conduc pe baza unei concepții de marketing şi au dobândit în prealabil o vastă experiență în utilizarea celor mai diverse metode şi tehnici de marketing. ***Analiza valorii nu este de fapt altceva decât o finalizare a unor cercetări fundamentale de marketing***. Dar, spre deosebire de obiectivul fundamental al disciplinei de marketing, care vizează mai degrabă problemele de piață, analiza valorii vizează mai

Scanned with OKEN Scanner

degrabă problemele fundamentale ale producției pentru a veni în întâmpinarea cerințelor pieței, completându-se astfel reciproc.

1.2. Apariția şi dezvoltarea analizei valorii ca domeniu de evidențiere a rentabilității activităților economico-productive

O scurtă incursiune în istoricul apariției analizei valorii creează o impresie sugestivă a logicii ce stă la baza acestui procedeu de apreciere calitativă şi cantitativă a rezultatelor activităților economico-productive.

Lipsa materialelor strategice, în perioada celui de al doilea război mondial, cum ar fi nichelul, cromul, wolframul, platina etc. a determinat guvernele aliate să dispună repartizarea lor pentru industriile de armament, deoarece fără această eficiență a armamentului, forța armatelor ar fi fost serios diminuată. Un rezultat de seamă a acestei acțiuni a fost că mulți fabricanți erau forțați să utilizeze materiale înlocuitoare.

La ***General Electric Company***, din ***Philadelphia (SUA)***, responsabilitatea asigurării aprovizionării cu aceste materiale înlocuitoare îi revenea directorului aprovizionării Harry Erlicher. Desigur, pentru a da posibilitatea unor produse să funcționeze în mod corespunzător, cu materiale înlocuitoare, a fost necesar ca ele să fie reproiectate, iar când războiul s-a terminat, Harry Erlicher a observat că, în multe cazuri, o revenire la proiectele originale, prevăzute cu materiale deficitare, nu era justificată, deoarece, multe dintre noile produse funcționau tot aşa de bine, dacă nu mai bine, iar în afară de aceasta erau mai puțin costisitoare.

Pentru lămurirea ştiințifică a acestor probleme tehnico-economice, directorul Harry Erlicher a atribuit sarcina respectivă lui Lawrence D. Miles, şeful serviciului de aprovizionare pentru o anumită secție a Companiei GEC, amplasată la Baltimore. Miles a dezvoltat în mod creator această problemă, luând în considerare totalitatea aspectelor privitoare la construcția produselor, iar prin 1947 reuşise un mod de abordare funcțional şi sistematic al reducerii costurilor pe care el şi asociații săi de la GEC l-au denumit ***"căutare a valorii"***.

1.3. Analiza valorii şi ingineria valorii

Lawrence Miles şi-a denumit, la început, procedeul său ***"căutare a valorii"***, însă, când fostul său şef de la GEC Harry Erlicher a fost numit în post de secretar al armatei, în timpul deceniului al şaselea, el s-a folosit de acest prilej pentru a răspândi procedeul de căutare a valorii. În mod surprinzător Oficiul naval al flotei americane a fost cel care a utilizat concomitent acest procedeu de căutare a valorii atât la proiectarea navelor noi, cât şi la modernizarea celor existente, în perioada în care s-a inițiat un

Scanned with OKEN Scanner

program de reducere a costurilor navelor şi a echipamentelor aferente. Ca urmare, procedeul de căutare a valorii şi-a schimbat denumirea în ***"analiza valorii"*** sau ***"ingineria valorii"***.

Folosirea celor două denumiri de analiză a valorii şi inginerie a valorii au creat, la început, o anumită stare de confuzie. Desigur, se pune în mod logic întrebarea: există o diferenţă de conţinut între noţiunile de analiza şi inginerie a valorii ? Răspunsul este că ambele denumiri exprimă acelaşi conţinut. Atunci de ce două denumiri ? Procedeul vizează analiza unor aspecte creative inginereşti, fie în faza de proiectare, fie într-o fază de reproiectare a produselor şi ca atare unii au optat pentru denumirea de inginerie a valorii. Alţii au plecat de la conţinutul economic al procedeului de analiză, care subliniază preocuparea de optimizare economică a analizei creaţiei inginereşti şi atunci, au denumit procedeul analiză a valorii. Dar, indiferent de denumire, contează îndeosebi conţinutul metodei respective.

Ca urmare, rezultă că cele două noţiuni de analiză a valorii sau inginerie a valorii exprimă acelaşi conţinut metodologic, o deosebire existând oarecum în stadiul de aplicare a metodei de analiză, la un produs existent când se preferă termenul de analiză a valorii şi la nivelul concepţiei produsului când se preferă termenul de inginerie a valorii. Mai există şi un aspect privind vânzările, implicat în utilizarea acestor termeni. Afirmaţia că ingineria valorii a fost aplicată în faza de proiectare a unui produs sugerează că el trebuie să ofere o valoare corespunzătoare banilor cheltuiţi pentru procurarea lui. Când se face afirmaţia "acest produs a fost analizat din punct de vedere al valorii", aceasta implică aplicarea consideraţiilor cu privire la valoarea după proiectare şi dezvoltare, iar pentru unii clienţi aceasta ar putea fi un motiv de insatisfacţie, prin faptul că s-a pierdut ceva prin neaplicarea metodei la nivelul concepţiei produsului. Treptat, cu trecerea timpului, deosebirea dintre ingineria valorii şi analiza valorii, corespunzător fazelor de aplicare, a devenit mai clară, în special din cauza aplicării frecvente a considerentelor de valoare în fazele de concepţie şi proiectare, când se iau anumite decizii pentru "asigurarea valorii". În plus, după cum se va vedea în continuare, tehnicile elaborate de Lawrence Miles au devenit bine cunoscute, ele reprezentând procedee sistematice pentru rezolvarea problemelor ce le vizează. Dar, este important, pentru înţelegerea metodei, să se clarifice definiţiile analizei valorii sau ingineriei valorii, înaintea definirii altor noţiuni.

Analiza valorii (în sensul cel mai larg) ***este un procedeu orientat către realizarea funcţiunilor necesare pentru un produs, proces sau serviciu, cu un cost minim, fără a-i afecta calitatea, fiabilitatea, performanţa şi condiţiile de livrare***. Termenul de analiza valorii implică aplicarea acestor tehnici la produsele existente.

Ingineria valorii constă în aplicarea tehnicilor de "analiză a valorii" în principalele etape de concepţie, proiectare şi dezvoltare.

Scanned with OKEN Scanner

Pe scurt, putem spune că analiza valorii este o metodă de îmbunătățire a caracteristicilor tehnico-economice şi estetice ale produselor existente, iar ingineria valorii este o metodă de prevenire şi eliminare a unor cauze generatoare de costuri inutile, chiar la nivelul concepției produsului.

Asigurarea valorii se realizează prin aplicarea tehnicilor de analiză a valorii în timpul etapelor inițiale de concepție şi proiectare.

Controlul valorii este o practică curent utilizată de un agent economic pentru a se asigura că se folosesc continuu diverse căi de reducere a costurilor (prin elaborarea şi aplicarea periodică de planuri de analiza valorii şi ingineria valorii).

Îmbunătățirea valorii constă în aplicarea tehnicilor de analiza valorii şi ingineria valorii la produsele existente, în timp ce ***administrarea valorii*** se referă la aplicarea tehnicilor de analiza valorii în domeniul specific al cheltuielilor de regie sau pentru efectuarea diverselor servicii.

Cercetarea operațională este o metodă de lucru pentru colectivele de analiza valorii sau ingineria valorii şi se referă la aplicarea analizei ştiințifice, pe baze matematice adecvate, la o serie de probleme specifice în domeniu, pentru a furniza decidenților o bază calitativă şi cantitativă de evaluare a căilor posibile de acționare.

Eficiența costurilor este procedeul curent utilizat pentru a determina cele mai corespunzătoare mijloace în scopul realizării obiectivelor propuse, ținându-se seama de resursele disponibile. Această analiză este utilizată pentru a stabili, spre exemplu, valoarea de întrebuințare, în concordanță cu cerințele tehnico-economice ale unui produs, pornindu-se de la un anumite costuri admisibile prestabilite. Studiile de eficiență a costurilor pot fi considerate ca studii de tipul cercetării operaționale, cu adăugarea restricțiilor de ordin economic. În timp ce eficiența costurilor ajută la determinarea anumitor decizii, ingineria valorii este utilizată pentru a asigura o valoare optimă pentru produsul destinat utilizatorului cât şi pentru fabricant.

Analiza cost-beneficiu este un proces de orientare a deciziilor în direcția unui succes economic sau comercial, prin determinarea costurilor şi beneficiilor totale care pot rezulta din adoptarea unei anumite variante decizionale.

1.4. Concepte şi noțiuni despre valoare

Valoarea – în sensul analizat în cadrul acestei discipline – ***reprezintă o măsură satisfacerii consumatorului privind bunurile sau serviciile cumpărate, sub aspectul calității, fiabilității şi prețului.***

În sens absolut se spune că ***valoarea este raportul dintre două servicii schimbate sau un raport între două produse, între două utilități.***

Scanned with OKEN Scanner

Atunci când consumatorul cumpără ceva, el urmăreşte satisfacerea unei anumite necesităţi, de exemplu, o maşină de spălat o cumpără pentru aşi spăla rufele, un ceainic electric – pentru a încălzi apa, o pereche de pantofi – pentru a-i încălţa etc. Capacitatea acestor bunuri de a efectua funcţiunile lor de utilitate, în mod satisfăcător, cu suma plătită pentru procurarea lor, este numită ***valoarea de întrebuinţare***. După cum se poate observa mai uşor utilitatea cere o relaţie între om şi un produs, în timp ce valoarea cere un raport între două produse, între două utilităţi. Dar, în cazul celor trei articole menţionate, cumpărătorul este interesat să aibă aspect frumos şi plăcut – cu alte cuvinte, mărfurile să aibă ***valoare estetică***. Mai există şi o a treia valoare de care se ocupă cumpărătorul şi poate să o caute şi anume – ***valoarea de schimb*** care reprezintă "preţul" pe care îl va pretinde un vânzător cu amănuntul pentru un produs nou, în comparaţie cu produsul utilizat, dar bine întreţinut şi, ca atare, îşi păstrează valoarea de întrebuinţare şi calităţile estetice. Mai există, de asemenea, costurile de obţinere, de fabricaţie, a produselor care reprezintă cheltuielile fabricantului pentru a produce bunurile pe care le vinde. Cele patru categorii de valoare menţionate mai sus, pot fi grupate sub denumirea de ***valoare economică a produsului***.

Valoarea economică este determinată de cel mai mic cost pentru a realiza, în mod sigur, o funcţiune sau un serviciu solicitat.

Valoarea de întrebuinţare – proprietăţile produsului care satisfac o anumită necesitate. Valoarea de întrebuinţare este o evaluare subiectivă a satisfacţiei pe care o procură, direct sau indirect, deţinerea unui bun şi utilizarea sa. Această estimare este făcută, la un moment dat, într-un context social precis.

Una dintre caracteristicile şcolii neoclasice în economie este aceea că ea întemeiază valoarea pe unitate, adică leagă estimarea subiectivă a valorii de întrebuinţare de un raport cantitativ în cadrul schimbului.

Pentru neoclasici, valoarea de întrebuinţare corespunde utilităţii obţinute de individ de la un obiect.

Utilitatea desemnează proprietatea pe care un obiect de a produce o satisfacţie. Satisfacţia poate fi directă (bunuri de consum) sau indirectă (bunuri de producţie). Trebuie menţionat că termenul de utilitate nu trimite nicidecum la noţiunea de nevoie, ci doar aceea de plăcere: o roşie poate avea ca utilitate plăcerea pe care procură atunci când este gustată, şi nu atunci când este aruncată în timpul unui spectacol într-un artist care-l displace, unui spectator irascibil.

Valoarea estetică – constă în proprietăţile, caracteristicile sau atractivitatea care fac dorit produsul respectiv.

Valoarea de schimb – constă în proprietăţile sau calităţile unui produs care îi conferă posibilitatea să fie schimbat cu altul. Cu alte cuvinte, ***valoarea de schimb se exprimă prin raportul de***

Scanned with OKEN Scanner

schimb, care precizează, pentru fiecare marfă, cantitatea altor mărfuri care-l sunt echivalente.

Uneori se face confuzie între "valoare", "cost" şi "preţ" şi ca atare se utilizează, adesea, în accepţiuni eronate. Întrucât am definit mai sus conceptul de valoare, în sensul prezentului manual, vom defini, în continuare, şi anumite concepte despre cost şi preţ.

Noţiunea de cost este esenţială în aprecierea activităţilor agenţilor economici; ea determină, în mare măsură, viitorul firmei şi exprimă, în acelaşi timp, propriile sale condiţii de producţie şi situaţia sa faţă de furnizori şi clienţi, precum şi poziţia sa raport cu concurenţii. Pentru cost vom distinge următoarele noţiuni:

Costul total al unui produs care reprezintă suma cheltuielilor necesare pentru producţia şi/sau distribuţia sa.

Costul unitar sau ***costul mediu*** care reprezintă raportul dintre costul total al unui produs şi cantitatea totală produsă.

Definiţiile de mai sus pun în evidenţă dificultăţile mari de abordare reală în vederea calculului costurilor unitare. Aceasta întrucât, într-o mare unitate economică nu există doar un produs, ci un ansamblu de produse şi este greu de deosebit ce taxe trebuie percepute fiecărui produs. Astfel, electricitatea permite ca toate maşinile să funcţioneze; atunci cum se repartizează suma totală a facturii între diferitele produse realizate în unitatea economică ? Rezultă deci că determinarea precisă a costurilor ridică probleme practice. Care sunt costurile de repartizat pe fiecare produs ? Care sunt elementele fixe şi cele variabile ? Într-adevăr este important, aşa cum reiese din cele relatate mai sus, ca unităţile economice să cunoască elementele constitutive ale costurilor. Prin urmare, o parte a contabilităţii marilor unităţi economice este consacrată cunoaşterii în amănunţime a structurii costurilor. Aceasta face obiectul ***contabilităţii analitice*** care descompune preţul de cost global; de exemplu, în cost de achiziţie, cost de producţie, cost de comercializare.

Costul total (sau preţul de cost total) se divide în: costul fix şi costul variabil.

Costul fix constituie partea costului care nu depinde de cantităţile de produse, ci este legat de structura unităţii economice. Trebuie într-adevăr plătite maşinile, clădirile, oricare ar fi nivelul producţiei. Se raţionează pe perioade scurte în care echipamentul şi sarcinile structurale sunt date.

Costul variabil este componentul costului total care creşte în funcţie de nivelurile de producţie. Este deci partea din costul de producţiei care variază în funcţie de cantităţile produse [C_v=f(q)].

Astfel, materiile prime depind de cantităţile de produse: este nevoie de circa 2 ori mai multe ţesături pentru a produce de două ori mai multe cămăşi dintr-un anumit model. Dar, cost variabil nu înseamnă cost proporţional. Astfel, mărind cantităţile cumpărate, unităţile economice pot obţine o scădere a preţurilor la furnizorii lor.

Scanned with OKEN Scanner

Pot fi obținute economii printr-o mai bună distribuție, o mare rotație a stocurilor etc.

Pentru a analiza mai bine costul produselor, este important să se raporteze cifrele globale la cantitățile produse:

Costul fix unitar este media costurilor fixe:

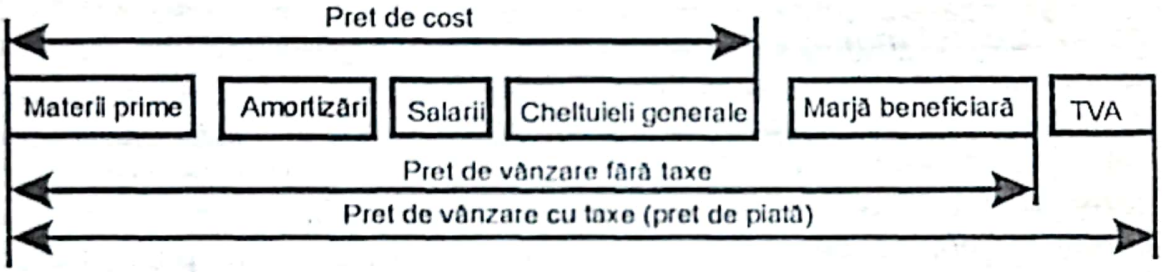
(Costul fix total)/(Cantitățile produse)

Costul variabil unitar este costul variabil mediu, deci:

(Costul variabil total)/(Cantitățile produse)

Distribuția dintre costul fix şi costul variabil se poate reprezenta prin tehnici speciale de determinare a prețurilor. Într-un număr de cazuri, unitățile economice pot aprecia că au interesul să vândă de îndată de prețul de vânzare este superior costului variabil (metoda direct costing care se opune metodei full cost sau preț de vânzare complet).

Cost marginal este costul suplimentar necesar pentru a produce o unitate în plus.



Pentru preț vom lua în considerare următoarele noțiuni:

Prețul este numărul de unități monetare necesare pentru a obține o marfă sau un serviciu, la un moment dat, într-un anumit loc şi pentru o calitate specifică precisă.

Prețul de cost este ansamblul costurilor suportate de unitatea economică care produce sau distribuie marfa.

Preț de cost = Cost de producție + Cost de distribuție.

Cost de producție = cost de cumpărare + sarcini directe şi indirecte care preced vânzarea.

Cost de distribuție = sarcini directe şi indirecte legate de actul de vânzare (publicitate, promovare, reprezentanți).

Se poate observa, pe baza definițiilor de mai sus, că poate creşte costul unui produs, fără a-l mări neapărat valoarea economică, adică, dacă valoarea de întrebuințare, valoarea estetică sau de schimb nu sunt sporite odată cu costurile, atunci valoarea economică a produsului se micşorează.

Din punctul de vedere al clientului trebuie să existe o relație între valoarea economică şi prețul unui produs şi ea este exprimată la analiza valorii prin relația:

prețul = valoarea de întrebuințare + valoarea estetică

Scanned with OKEN Scanner

pe baza căreia s-a determinat măsura **oportunității valorii.**

$$\text{Oportunitatea valorii} = \frac{\text{valoarea de întrebuințare + valoarea estetică}}{\text{preț}} \quad (1.1)$$

La rândul său, fabricantul se preocupă de valoarea de întrebuințare şi beneficiu astfel că din punctul său de vedere se apreciază **oportunitatea beneficiului:**

costul = valoarea de întrebuințare + valoarea estetică

pe baza căreia s-a determinat măsura **oportunității beneficiului:**

$$\text{Oportunitatea beneficiului} = \frac{\text{valoarea de întrebuințare + valoarea estetică}}{\text{cost}} \quad (1.2)$$

Costul minim este calea care trebuie urmărită pentru a atinge scopul urmărit, respectiv un indicator de bază al optimului valorii. Ce înseamnă el şi cum poate fi cuantificat ? Pur şi simplu el înseamnă cel mai scăzut cost de producție pentru a realiza, în mod corespunzător, anumite funcțiuni specificate, în concordanță cu condițiile tehnice de dotare ale agentului economic; în plus el mai înseamnă excluderea oricăror costuri care nu sunt justificate. O altă cale de a descrie aceste costuri nejustificate o constituie definirea acestora ca drept costuri care nu adaugă nimic la valoarea de întrebuințare şi valoarea estetică a unui produs (sau serviciu) şi nu sunt esențiale în realizarea unei funcțiuni specifice.

Utilizându-se noțiunea de ***"costuri nejustificate"*** în loc de ***"costuri minime"***, definiția analizei valorii va căpăta următoarele formulare: ***analiza valorii este un procedeu de analiză economică sistematică, orientat către eliminarea costurilor nejustificate pentru realizarea funcțiunilor specifice*** sau poate fi scurtată şi reținută mai uşor prin definiția: ***analiza valorii este un procedeu de analiză economică sistematică, orientat către eliminarea costurilor nejustificate, la orice produs sau serviciu.*** Această, definiție simplificată, punctează costurile nejustificate care, atunci când sunt înțelese şi recunoscute, reprezintă primii paşi pozitivi spre optimizarea valorii.

Testarea valorii înseamnă supunerea produsului la anumite teste standard pentru a găsi răspunsuri afirmative privind: ***poate fi eliminată o funcție fără diminuarea utilității produsului sau fiabilității acestuia ? costă mai mult decât valoarea sa de întrebuințare ? performanțele depăşesc pe cele specificate ? există un produs mai bun cu care să se satisfacă o anumită***

Scanned with OKEN Scanner

necesitate ? poate fi realizat produsul printr-o metodă de fabricaţie mai puţin costisitoare ? există piese standardizate (tipizate) care pot fi folosite în realizarea produsului ? pot fi reduse costurile sculelor ? costă mai mult decât totalul manoperei, regiei, materialului şi beneficiul ? poate fi obţinut la un cost mai mic de la alţi fabricanţi prin cooperare ? Răspunsuri la aceste întrebări se obţin prin metode de analiză experimentală şi calitativ-logică adecvată.

Nevoia umană de a clasifica, pentru a înţelege, a făcut ca oamenii să adopte diverse puncte de vedere la efectuarea unor asemenea clasificări. Nu fac excepţie de la regulă nici clasificările pentru analiza valorii. Trebuie remarcat însă că aceste diferite puncte de vedere pentru clasificări, nu modifică întru nimic natura lucrurilor care se clasifică. Pe de altă parte, clasificarea în sine este condusă de interesele celui care clasifică şi de informaţiile de care dispune.

Din punctul de vedere al analizei valorii, aspectele valorii economice mai pot fi considerate şi pe baza conceptelor: valoarea de întrebuinţare (utilizare), valoare de estimaţie, valoare de schimb, valoarea pieţei (de comercializare). Nu trebuie însă să se presupună că prin această clasificare a valorilor, ele sunt separate unele de altele în viaţa reală. Analiza despică lucrurile pentru a le înţelege. Pentru a funcţiona ele trebuie să se regrupeze. Astfel, valoarea de schimb este influenţată de valoarea de întrebuinţare, de valoarea de estimaţie şi de valoarea pieţei. Toate aceste feluri de valori acţionează între ele, sunt independente.

Valoarea de estimaţie include în ea aspectul şi comoditatea produsului, ea contribuie la educaţia morală a oamenilor şi ***constituie o formă dorită de valoare de stimă (de reputaţie)***. În concepţia analiştilor din domeniul analizei valorii, valoarea de stimă serveşte la două scopuri: ea furnizează un avantaj competitiv, făcând mai uşor de vândut un produs frumos şi comod, decât un produs cu un aspect urât şi mai puţin comod şi, în acelaşi timp, ea serveşte drept ghid cumpărătorului, care, pe baza ei, va alege produse mai bune din puncte de vedere funcţional deoarece în proiectarea de bunuri, ca şi în natură, forma se subordonează funcţiei.

Dacă noţiunea de valoare a pieţei este mai bine înţeleasă se evită o altă greşeală şi anume aceea de a reduce eforturile, contând pe accepţia clientului. Cu ajutorul pieţei, clienţii au prilejul să-şi exprime preferinţele.

Valoarea de întrebuinţare şi valoarea de stimă sunt legate de acele proprietăţi fizice care fac ca un produs să fie ceea ce este presupus a fi. Valoarea de piaţă şi de schimb se referă la caracteristicile economice ale produsului. Analiza valorii leagă caracteristicile fizico-tehnice de cele economice ale unui produs pentru a oferi clientului cât mai mult pentru banii pe care îi plăteşte.

Scanned with OKEN Scanner

Analiza valorii creează un suport ştiinţific adecvat conceptului de interdependenţă dintre noţiunile de valoare a produsului şi client. De ce clientul şi nu producătorul (fabricantul)? Până în anul 1947, valoarea produsului, din punct de vedere al fabricantului, fusese deja examinată sub toate aspectele. Din punct de vedere calitativ ea este caracterizată de acceptarea clientului, de procentul pe care îl absoarbe pe piaţă şi de creştere. După anul 1947, clienţii de profesie – adică specialiştii în achiziţii – dintr-o mare companie industrială, au hotărât să analizeze valoarea din punctul propriu de vedere, considerându-se clienţi.

Modul de orientare al clientului ridică întrebările: la ce este bun acest produs ? şi cât valorează acest produs ? atenţia fiind îndreptată asupra sarcinii dinamice de a satisface clientul şi asupra funcţiei produsului oferit ca bun de consum.

Analiza valorii se ocupă cu valoarea produsului mai ales din punctul de vedere al clientului, pentru simplul motiv că, din punct de vedere practic, toate aspectele pe care valoarea le prezintă pentru producător (fabricant), începând cu profitul şi rata la capital şi terminând cu piaţa şi creşterea valorii, depind de valoarea apreciată de client.

Pentru analiza valorii, colectivul de analişti trebuie să ia în considerare următoarele aspecte ale valorii: dorinţele clienţilor care dispun de bani, însă nu sunt satisfăcuţi de calităţile tehnico-funcţionale ale produselor oferite – adică piaţă; cerinţele de utilitate asupra produselor reclamate de clienţi – adică calităţile tehnico-funcţionale ale produsului, solicitate de piaţă; raritatea produsului sau greutatea de a-l obţine – adică gradul de satisfacere a cererii pieţei; costul total de client – adică componenta inversă valorii. Dat fiind oferta redusă pe piaţă şi deci dificultatea de obţinere a produsului dorit de client, aceasta urmăreşte să plătească cât mai puţin pentru a învinge această dificultate; posibilitatea de alegere a clienţilor – adică concurenţa.

1.5. Dependenţa dintre valoare, calitatea şi fiabilitatea produselor şi serviciilor

În definiţia generală a analizei valorii sau ingineriei valorii, specificaţia "cost minim fără ca acesta să fie în detrimentul calităţii şi fiabilităţii etc." are o semnificaţie deosebită. Ea înseamnă că spre deosebire de activităţile obişnuite de reducere a costurilor, analiza valorii sau ingineria valorii nu permit diminuarea nivelului calităţii şi fiabilităţii. Dacă nu se ia în considerare acest fapt vor exista dificultăţi în implementarea analizei valorii. Totuşi, nivelul calităţii şi fiabilităţii specificate şi realizate trebuie să fie analizate cu grijă pentru a stabili dacă sunt corespunzătoare şi corespund dorinţelor consumatorilor. Nivelurile inutil ridicate ale calităţii şi fiabilităţii reprezintă o risipă de costuri tot aşa de mare ca atunci când se face un consum excesiv de

Scanned with OKEN Scanner

materiale pentru a produce o piesă finită. Totuşi, termenii "cost minim" şi "cost justificat" utilizaţi în definiţii, pot fi interpretaţi greşit în raport cu nivelurile de calitate şi fiabilitate. "Costul minim" nu înseamnă cea mai mică valoare – ci dimpotrivă, în unele cazuri el poate reprezenta cea mai mare valoare !

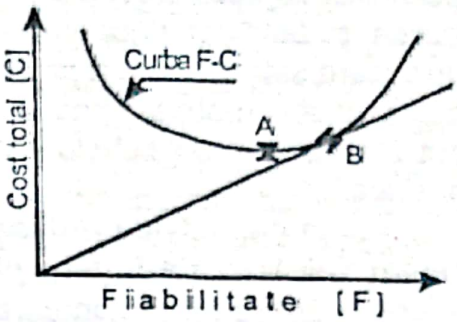


Fig.1.1. Costul şi valoarea fiabilităţii

Dacă se compară fiabilitatea şi costul (figura 1.1) cu valoarea mai mare, respectiv aspectul fiabilităţii raportată la unitatea de cost, aceasta nu este găsită la punctul de cost minim (punctul A) ci la un optim (punctul B).

1.7. Metodele analizei valorii

Analiza valorii sau ingineria valorii este o disciplină complexă, de sinteză, operând cu noţiuni din aproape toate domeniile ştiinţifice: tehnică, economie, matematică, fizică, ştiinţe sociale etc. Obiectul ei de studiu îl constituie ***realizările tehnice concretizate material în diverse produse utile societăţii umane***, dar şi a proceselor şi serviciilor destinate creşterii calităţii vieţii.

Esenţa analizei valorii constă în analiza relaţiilor (1.1) şi (1.2) pentru evaluarea oportunităţii valorii, respectiv a oportunităţii beneficului. Aşa cum se observă, numărătorul este acelaşi şi ca atare, în ambele situaţii se impune a evalua valoarea de întrebuinţare (utilitatea) obiectelor supuse analizei, cu metodele specifice acestora şi analiza valorii estetice în concordanţă cu evaluările pieţei prin metodele marketingului. Numitorul relaţiilor respective presupune evaluarea preţului de vânzare, respectiv al costului de producţie prin metode de analiză economică şi marketing.

Economia modernă este o economie a serviciilor, de utilitate generală cum sunt serviciile de: învăţământ, sănătate, apărare (armată), ordine (poliţie, magistratură), informatică (mass-media) etc., dar şi specifice care vizează produsele rezultate din procesul de producţie: instalaţii, maşini, aparate etc., servicii de tip marketing, de întreţinere etc. Desigur că analiza valorii vizează produsele şi serviciile specifice, deşi metodele ei pot fi aplicate şi la analiza unor servicii de destinaţie generală, pentru optimizarea funcţională şi economică a acestora. Caracteristica economică a serviciilor înseamnă o pondere foarte mică a costului de producţie în preţul de vânzare, în multe cazuri chiar sub 10%. Nu întâmplător cei care urmăresc o acumulare rapidă de capital îşi îndreaptă activitatea spre servicii şi nu spre producţie. Un exemplu edificator îl constituie domeniul informaticii, în care evaluările din SUA arată că în rândul primilor zece miliardari americani, şapte sunt din

Scanned with OKEN Scanner

domeniul informaticii, din software şi servicii şi nu din hardware şi fabricaţie. În aceste condiţii, se poate simplu observa că competitivitatea produselor depinde din ce în ce mai mult de etapa de servicii destinate acestora, de desfacere şi întreţinere, în detrimentul celei de fabricaţie. De aceea şi tendinţa unor producători de a-şi realiza propriile reţele de desfacere şi întreţinere a produselor, mai ales în domeniul produselor de consum: automobile, aparate de mass-media etc. întrucât numai astfel pot creşte, în mod substanţial, competitivitatea produselor pe piaţa de desfacere.

În capitolele următoare se vor prezenta metodele de analiză pentru valoarea de întrebuinţare (utilitate) a produselor, întrucât se referă la analiză funcţională a acestora şi unele metode de analiză a costurilor de fabricaţie în concordanţă cu analiza funcţională. Analiza valorii estetice va fi analizată sub aspectul interferenţei cu valoare de întrebuinţare, avându-se în vedere că în anumite condiţii (de exemplu autovehicule, avioane, rachete) valoarea estetică este subordonată funcţionalului: forma aerodinamică, vizibilitate şi culoare etc. Analiza preţului de vânzare al produselor va ocupa un loc secundar şi numai sub aspectul dependenţei de costurile de producţie şi deci funcţiilor principale şi secundare ale produselor, deoarece ea face obiect îndeosebi la disciplina de marketing. În felul acesta se poate şi constata că ***există o strânsă legătură între disciplinele de analiză sau inginerie a valorii şi marketing***.

1.8. Necesitatea obţinerii receptivităţii faţă de metoda analizei valorii

Spre deosebire de activităţile multor alte funcţiuni economice, cea care se desfăşoară în cadrul analizei valorii este în oarecare măsură o activitate opţională.

Orice unitate economică dispune de un compartiment financiar, de un compartiment juridic sau de unul de proiectare constructivă şi tehnologică a produselor etc. Aceste activităţi, ca şi multe altele, sunt considerate drept elemente esenţiale în organizarea unităţii economice. Astfel, firme de diverse mărimi consideră strict necesară funcţiunea de personal, de producţie, desfacere, aprovizionare etc. O astfel de recunoaştere nu este acordată şi analizei valorii. Există cazuri când deşi în unitatea economică se desfăşoară unele activităţi de analiză a valorii, ele nu sunt recunoscute ca atare. Se întâmplă adesea ca în piesa "Burghezul gentilom" de Molière, când personajul respectiv face proz□ f□r□ s□ ştie că face proză. De aici decurg de fapt "temeiniciile" afirmaţiei că analiza valorii este în oarecare măsură o funcţiune opţională. Deşi este tot atât de necesară într-o unitate economică bine condusă ca şi funcţiunea de aprovizionare, personal sau compartimentele de concepţie constructivă şi tehnologică, ea nu este totdeauna

Scanned with OKEN Scanner

recunoscută ca atare. De ce se întâmplă aşa cu analiza valorii şi din ce cauză trebuie ca ea să facă eforturi pentru a obține receptivitatea ? În cele ce urmează căutăm a contura unele din cauze.

Analiza valorii nu este totdeauna înțeleasă. Aceasta ar fi prima cauză care duce la neglijarea ei. Ea este o funcție care nu creează imediat în gândirea celui căruia aude de analiza valorii o corelație cu o anumită preocupare a specialiştilor în domeniu şi a unei necesități pentru funcția executivă, aşa cum se realizează de la sine cu noțiunile de desfacere, aprovizionare, relații financiare, compartiment juridic, compartiment de proiectare constructivă sau tehnologică etc.

Sfera de cuprindere a responsabilităților ei nu este uniformă în diferitele unități economice de producție sau comerciale. Deci, a doua cauză constă în realitatea că, chiar dacă scopul general al analizei valorii poate fi înțeles, sfera de cuprindere a responsabilităților ei diferă de la o unitate economică la alta, în funcție de obiectivele acestora.

Analiza valorii este deseori aplicată parțial şi necoordonat. A treia cauză poate fi aceea că funcțiunea de analiza valorii este adesea aplicată parțial (atât ca tehnici proprii, cât şi ca obiect concret de studiu) şi fără o coordonare "de sistem" între diversele lucrări. Fragmentând funcțiunea de analiza valorii prin nerecunoaşterea fondului ei unitar, nu se poate realiza un plan unic şi coerent al activităților acesteia care să asigure obținerea unor rezultate superioare pe ansamblul unității economice.

Conflictul dintre obişnuință şi procesul perfecționării. A patra cauză este aceea că, analiza valorii nu prezintă practic interes pentru acele categorii de decidenți obişnuite până la deformare cu situația existentă. Dar, trebuie subliniat că chiar şi în cazurile când decidenții sunt interesați permanent în aplicații de analiza valorii, analiştii trebuie să depună mari eforturi pentru a consolida şi adânci înțelegerea față de aportul lor potențial. Tocmai acest efort reprezintă elementul esențial al funcțiunii de analiză a valorii. Există două motive fundamentale ale necesității de a nu neglija nici o clipă eforturile pentru a face înțeleasă această funcțiunea, înțelegere nemijlocit legată de crearea premiselor unui program eficient de activități de analiza valorii şi anume:

Preocuparea pentru problemele de viitor. Primul motiv este acela că analiza valorii se preocupă cu precădere de operațiile care vor fi efectuate în viitor şi nu de cele actuale, în timp ce compartimentul financiar a agentului economic este preocupat de fapte şi cifre realizate astăzi sau ieri, iar compartimentul de desfaceri negociază exclusiv comenzile de astăzi, pe baza cărora îşi conturează perspectivele viitoare de desfacere.

Caracteristica fundamentală a analizei valorii constă în aceea că ea se axează, în esență, pe întrebarea: "mâine

Scanned with OKEN Scanner

vom putea realiza mai bine produsele sau lucrările pe care le facem astăzi ?" Realizarea acestui "mai bine" poate implica reproiectări de formulare şi de metodologii, de metode tehnologice ca şi perfecţionări de utilaje sau de proceduri, atât în procesul de producţie, cât şi în procesele specifice altor funcţiuni. În acest sens analiza valorii este în esenţă o funcţie de planificare, dat fiind că se axează pe ceea ce va trebui să fie şi analizează situaţiile existente tocmai pentru a le pune în lumină slăbiciunile, cum ar fi costurile prea ridicate, consumurile ineficiente etc., respectiv elementele care creează necesitatea unei perfecţionări.

Împotrivirea faţă de schimbări. Al doilea motiv constă în faptul că, chiar şi atunci când se recunoaşte că realizarea unei schimbări recomandate de analiza valorii este bine fundamentată şi va contribui la prosperitatea organizaţiei, aplicarea ei practică poate fi influenţată nefavorabil de acea caracteristică inertă oamenilor care se cheamă rezistenţă faţă de schimbări. Dat fiind că analiza valorii se axează pe schimbări, această rezistenţă inertă face necesar ca efortul de a "obţine" receptivitatea faţă de activităţile proprii să fie mai mare ca acela depus de alte compartimente.

Rezistenţa faţă de schimbări poate avea două categorii de cauze. Prima categorie este *inerţia* sau *conservatorismul*, respectiv cauze de natură subiectivă. În astfel de împrejurări obiecţiile faţă de schimbare pot lua diverse forme supărătoare dar greu de susţinut prin argumente obiective. Nu trebuie să uităm că se creează numeroase situaţii în care existenţa "subiectivă" faţă de schimbări este foarte puternică şi nu poate fi combătută decât cu discernământ şi abilitate. De exemplu, o maşină sau o metodă nouă poate conduce la eliminarea unei operaţii şi, implicit, a operatorului respectiv, sau poate pretinde operatorului să înveţe o nouă tehnologie. A doua categorie de cauze poate fi generată de ceea ce se ştie că acţiunile legate de diminuarea costurilor pe care le implică introducerea unui nou produs, un nou proces sau o nouă tehnologie, pot avea şi *efecte negative asupra câştigurilor angajaţilor compartimentului vizat sau asupra beneficiilor acestora pe o perioadă oarecare de timp*. Acestea pot determina conducătorul compartimentului respectiv ca să opună rezistenţă "argumentată" faţă de noile metode, deşi, în final acestea ar putea să-i îmbunătăţească situaţia costurilor.

Ţinând seama de motivele de mai sus, este evident că mare parte din succesul unui program de analiză a valorii se leagă de

Scanned with OKEN Scanner

calitatea eforturilor nu numai pentru rezolvarea lucrării respective ci şi pentru obținerea receptivității față de aceste lucrări.

Obținerea unei astfel de receptivități nu se poate realiza prin atitudini voluntariste şi prin forța compartimentului în ierarhia organizației ci printr-o activitate susținută în slujba organizației, soldată cu succese tehnice şi economice adecvate.

1.9. Metode şi mijloace de a obține receptivititate pentru activitatea de analiză a valorii

Colectivul de analiză a valorii lucrează pentru producerea de schimbări favorabile în activitatea generală a unității economice, cu şi printre oamenii şi interesele diferitelor nivele ierarhice ale organizației. Modul în care abordează problemele din programul de activitate şi rolul pe care şi-l rezervă pentru el însuşi pentru autoanaliză, au o contribuție considerabilă la reuşita programului, sub aspect profesional şi al eficienței tehnico-economice. Deşi fondul profesional al problemelor cu care se confruntă colectivul de analiză a valorii este similar problemelor generale, profesionale, ale specialiştilor din unitatea economică, el trebuie totuşi să țină seamă că fiecare temă în parte din programul propriu de activitate are un aspect de care depinde în mare măsură receptivitatea față de propria lui activitate. Metoda tradițională a specialistului care proiectează un produs îi sistematizează specificațiile şi îi pregăteşte punerea în fabricație, nu se potriveşte şi la analizele în domeniu efectuate de colectivul de analiză a valorii. Astfel, la un proiect legat de diminuarea costurilor, analistul poate acționa ca proiectat de noi tehnologii sau metodologii, obținând, probabil, în scurt timp, o diminuarea a câtorva elemente de cheltuieli. În alte cazuri el poate acționa mai curând ca organizator, folosind, la lucrarea respectivă, cunoştințele sale de specialitate, dar conlucrarea cu specialiştii din compartimentul vizat de problemele de analiza valorii, mai ales dacă studiile respective sunt declanşate la cererea acestora în vederea îmbunătățirii metodelor, utilităților, transportului, normelor sau altor aspecte care interesează. În aceste cazuri, analistul acționează ca un consultant (sfătuitor) al conducerii ierarhice şi administrează aplicarea rezultatelor. În astfel de împrejurări proiectul de diminuarea a costurilor şi lucrărilor aferente devin acțiuni bazate, în esență, pe colaborare.

Colectivul de analiză a valorii care abordează propria activitate cu toată responsabilitatea şi care dispune de competența profesională corespunzătoare, va constata că ocaziile de aşi spori numărul de aplicații rezultate din concluziile de analiză a valorii şi de a face lucrări de reducere a costurilor şi creşterii a competitivității produselor devin din ce în ce mai numeroase. În vederea obținerii receptivității pentru activitatea de analiza valorii, colectivul respectiv

Scanned with OKEN Scanner

se ghidează, în munca proprie, în concordanţă cu anumite principii care-i aduc credibilitate şi apreciere.

Importanţa vitală a ştiinţelor comportamentului uman. Trebuie recunoscută importanţa laturii umane şi a riscurilor de a stăpâni implicaţiile unei soluţii în activitatea de analiza valorii. Totodată importanţa vitală a acestei laturi umane este de mai mult timp investigată, iar mijloacele de a o trata sunt în general bine înţelese, ca urmare a dezvoltării fondului de cunoştinţe în ştiinţele compartimentului – de exemplu, în domeniul dinamicilor de grup, muncii în echipe, relaţiilor interpersonale etc.

Tabel 1.1

Cerinţe esenţiale pentru formarea unei echipe profesionale de analiza valorii

Eficienţa colectivului de analiza valorii este cu atât mai mare cu cât membrii colectivului întrunesc calităţi de:	Care pretind pregătire în:
1. Competenţă în specialitatea în care este solicitat de colectivul analiza valorii	Cele mai noi domenii ale cunoaşterii specialităţii respective
2. Cunoaşterea principiilor dinamicii colective: Motivaţia; b. Premisele şi efectele schimbării; c. Comportamentul în unitatea economică	Sociologie şi psihologie (dinamica colectivă)
3. Interlocutor receptiv	Ascultare activă Tehnici de comunicare
4. Catalizator pentru facilitatea înţelegerii cerinţelor	Tehnici de comunicare Tehnici de consulting
5.Agent al schimbări	Tehnici de consulting
6. Interpret al rezultatelor	Tehnici de prelucrare a datelor Tehnici de consulting Tehnici de comunicare
7. Sprijinitor al obiectivelor colectivului de analiza valorii, în ce priveşte: a. Concepţia; b. Politica; c. Aspecte profesionale;	Psihologia maselor: sporirea discernământului; soluţionarea colectivă a deciziilor; elaborarea colectivă a deciziilor.

Scanned with OKEN Scanner

8. Constatare (soluționare de probleme secundare înrudite)	Înțelegerea de fond a realității că analiza valorii nu rezolvă toate problemele Dinamica motivației colective
9. Sinceritate cu beneficiarii (alții)	Psihologia maselor
10. Utilizator al resurselor disponibile	Cunoașterea posibilităților de identificare și utilizare a resurselor disponibile
11. Cunoașterea obiectivelor, planurilor, administrației și sistemelor tehnice ale unității economice	Științe economice

Competența și discernământul în științele comportamentului uman – cum ar fi în domeniul consultingului, comunicației, motivației înțelegerii și a elaborării deciziilor colective – au căpătat o pondere esențială în procesul de obținere a receptivității față de colectivul de analiza valorii, așa cum acționează acesta pe baza cunoștințelor și tradițiilor lui în problemele de analiza valorii produselor, a proceselor și activităților, fundamentarea economică și în alte instrumente ale atribuțiilor. Principalele cerințe, considerate esențiale, pentru formarea unei echipe de analiză valorii, sunt specificate în tabelul 1.1.

Două feluri de audiență. De fapt, într-o unitate economică există două feluri de audiență. În primul rând este "publicul" unității în general – conducere, cadre de supraveghere și muncitorii – printre care trebuie să fie provocată o înțelegere și încrederea "de principiu" în analiza valorii. Acolo unde nu se creează o astfel de atmosferă generală favorabilă analizei valorii este mult mai ușor să se aplice o propunere oarecare care poate afecta o anumită persoană, un anumit compartiment sau o activitate. În al doilea rând se află persoane efective, cum sunt șefii de compartimente sau din conducerea superioară, pe care îi preocupă anumite probleme concrete.

Pe măsura obținerii receptivității în "public" se formează și climatul sau atmosfera favorabilă activităților de analiza valorii. Când însă este vorba de o anumită propunere concretă, atunci audiența este mai îngustă și ea trebuie în primul rând mobilizată asupra acelui proiect.

Crearea unui climat sau a unei atmosfere favorabile. Crearea unui climat sau a unei atmosfere favorabile se bazează, în esență, pe metoda de a valorifica orice împrejurare care se pretează la publicitate eficientă. În acest sens sunt utile diverse mijloace de comunicație, care sunt de exemplu: documentație internă sub formă de referate privind noi tehnologii și activități precum și alte noutăți de această natură: broșuri care să cuprindă expuneri axate cu precădere pe organizarea, funcțiunile și responsabilității compartimentului de

Scanned with OKEN Scanner

analiza valorii; organizarea unor expuneri asupra problemelor de conținut ce vizează analiza valorii şi altele.

Desfăşurarea consecventă a acestor eforturi va contribui considerabil la stabilirea unui climat din ce în ce mai favorabil funcțiunii de analiza valorii.

Elaborarea propunerilor de lucrări concrete. La alegerea celei mai bune căi de a prezenta o propunere de lucrare concretă, trebuie să se țină seama de amploarea lucrării avută în vedere ca şi practicile curente de lucru şi mentalitatea şefului sau şefilor de compartimente cărora le este prezentată propunerea. Cu alte cuvinte, selectarea şi organizarea execuției precum şi argumentelor care pot conduce la aprobarea lucrării, trebuie să fie foarte bine gândite. O prezentare neinspirată a problemei va da impresia că analiza a fost superficială, ceea ce va crea dificultăți serioase echipei de analiza valorii şa obținerea acceptării ei. Cu totul alta este situația când prezentarea a fost bine gândită şi a creat încredere că studiul a fost corect întocmit.

Dacă prezentarea se face scris, următoarele aspecte vor contribui de obicei la crearea unei impresii favorabile: o copertă curată şi un titlu bine formulat, conținutul raportului organizat astfel încât să exprime succint şi clar sfera de cuprindere, concluziile şi recomandările studiului (argumentate şi prin date de detaliu dar concludente); o prezentare a acelor detalii pe baza cărora se pot înțelege mai uşor metodele abordate, variantele considerate, faptele şi datele caracteristice, avantajele şi dezavantajele variantelor precum şi justificarea concluziilor şi recomandărilor respective; o sinteză a realităților şi datelor, prin scheme, reprezentări grafice, schițe etc. bine organizate şi proporționate.

Dacă prezentarea trebuie făcută verbal, unei singure persoane, unui grup mai mic sau unui grop mai mare, de asemenea, este necesară o pregătire minuțioasă, o selecție şi organizare a materialului. Chiar şi în cazul unei audiențe relativ mici, diverse mijloace vizuale, alese eventual din lista următoare, pot sprijini considerabil înțelegerea imediată şi eficace a subiectului considerat: scheme, pliante, hărți, panouri, afişe, reprezentări grafice, desene, mostre, modele, schițe, mulaje, diafilme, filme, deplasări personale la locul respectiv.

1.9. Forme de convingere pentru a obține receptivitate pentru analiza valorii

Pregătirea minuțioasă. În primul rând este necesară analiza cât mai amplă şi realistă a temei care va fi pusă în discuție cât şi a audienței. De obicei, indiferent de complexitatea lui, subiectul este bine înțeles de către analişti; totuşi nu este totdeauna prea uşor să se pună în lumină aspectele cele mai semnificație şi să fie delimitate de cele mai puțin interesante.

Scanned with OKEN Scanner

Compararea avantajelor şi dezavantajelor. Conducerea ştie că nimic nu se poate obține dacă nu se cheltuieşte ceva. Din această cauză, e normal să fie informați corect asupra cheltuielilor directe şi indirecte pe care le implică acțiunea respectivă.

Punerea accentului asupra rezultatelor nu asupra instrumentelor sau mecanismelor prin care se vor obține. Este bine să se prezinte esența rezultatelor, de exemplu economia de energie, manoperă şi materiale şi nu detaliile tehnice, cum ar fi roțile, motoarele, şasiurile, structura metalică etc.

Să nu se exagereze avantajele. Este foarte uşor să se depăşească limita periculoasă a optimismului față de rezultatelor posibile, să se supraevalueze eficiența, să se subestimeze cheltuielile şi obstacolelor practice. Un astfel de optimism creează suspiciuni printre cei care analizează în fond rezultatelor şi nu ideea în sine, scepticism care poate conduce la respingerea unei lucrări care ar fi fost aprobată în ipoteza prezentării realiste a rezultatelor, fie ele şi modeste.

Obținerea colaborării. Colaborarea conduce cel puțin la familiarizarea cu problema respectivă, dacă nu chiar şi la mândria de a fi coautor la soluționarea ei. Conducătorul care a contribuit la o propunere de îmbunătățiri a unor condiții, maistrul care a sugerat sau a conlucrat la un nou aranjament al locurilor de muncă, operatorul care a propus un dispozitiv de prindere mai eficient, devin suporteri ai colectivului de analiza valorii şi nu mai trebuie convinşi asupra utilității muncii acestuia. În orice caz, să nu uităm că nu există om care să aibă monopolului tuturor ideilor bune. Un ingredient esențial în domeniul analizei valorii bine practicate este tocmai reunirea de idei. Adevărații cunoscători într-o problemă sunt cei care lucrează, cei mai aproape de maşinile, materialele, fişierele sau metodologiilor de care se leagă acea problemă. În asemenea situații, colectivul de analiza valorii devine îndeosebi catalizatorul produsului de intensificare, organizare şi sudare a cunoştințelor de detaliu ale tuturor colaboratorilor în vederea soluționării problemei.

Anticipați şi pregătiți-vă să combateți obiecțiile. Este recomandabil ca să fiți primii care sesizează neclaritățile sau slăbiciunile propunerii. Dacă obiecțiile care vi se fac sunt numeroase, răspundeți într-o formă care să le înlăture, dar fără să ridiculizați raționamentul sau persoana care le-a făcut. Discutați deschis şi realist problemele. Combateți obiecțiile prin argumente realiste şi legate de modalități concrete de soluționare, întrucât oricum cu obstacole respective vă veți întâlni pe parcursul întregii lucrări şi este firesc să vă pregătiți de la bun început pentru înlăturarea sau ocolirea lor.

Dacă este posibil faceți experimente practice. Este plăcut şi util a încerca un produs înainte de a-l cumpăra. Aşa se întâmplă şi cu echipamentele de producție. Dacă sunt necesare, de exemplu, mai multe echipamente similare, propuneți, la început, instalarea şi experimentarea unuia singur. Nu uitați că un antecalcul destul de rar

Scanned with OKEN Scanner

se confirmă în practică, aşa că obişnuiţi-vă cu ideea de a verifica practic soluţia ori de câte ori aveţi posibilitatea.

Exprimaţi-vă succint dar convingător. Prezentarea propunerilor trebuie să fie simplă şi făcută astfel încât să fie uşor înţelese de decidenţi şi convingătoare.

Creaţi condiţii pentru discutarea completă a problemei, în funcţie de timpul care vi se acordă. Trebuie să vă formaţi capacitatea de a focaliza discuţiile asupra subiectului, oprind divagaţiile, dar nu într-o formă jignitoare.

Urmăriţi tot timpul precizarea clară a concluziilor. Pentru aceasta se recomandă să pregătiţi astfel expunerea încât auditoriul să-i înţeleagă scopul şi să accepte argumentele în favoarea obiectivelor acelei expuneri. Exprimaţi-vă concret şi asiguraţi operativitatea confruntării.

Scanned with OKEN Scanner

CAP. 2. ANALIZA VALORII ŞI MODERNIZAREA PRODUSELOR, PROCESELOR ŞI SERVICIILOR

2.1. Structura şi interacţiunea elementelor sistemului ştiinţă – tehnică – producţie - consum

Producţia industrială este un sistem dinamic complex, care funcţionează în contextul schimbărilor continue ale elementelor sale componente, sub influenţa condiţiilor în permanentă modificare ale mediului înconjurător (natural sau creat).

În prezent, se apreciază că pe plan mondial se asimilează anual circa 100 000 de maşini şi aparate. Timpul cât acestea se află în fabricaţie şi exploatare s-a scurtat, ajungând la 2..3 ani, fapt care face ca durata de concepere şi asimilare a produselor să se apropie de perioada cât acestea se află în exploatare. Astfel, în construcţia de maşini grele, durata de elaborare şi implementarea a tehnicii noi este de 5..7 ani. Uneori se întâlnesc şi asemenea situaţii paradoxale în care deşi un produs n-a fost asimilat pe deplin în condiţiile fabricaţiei de serie sau de masă trebuie retras din producţie datorită uzurii morale. Fenomenul se accentuează în continuare, fapt ce determină adoptarea unor metodologii noi, mai eficiente, de căutare şi introducere de noi soluţii funcţionale la produsele realizate. Acest proces de accentuare a ritmului de elaborare şi asimilare a tehnicii noi este posibil prin folosirea mai raţională a informaţii şi preocupării de creaţie de informaţie nouă în domeniu.

Viteza mare de elaborare şi asimilare a inovării conduce evident la caracterizarea producţiei industriale ca un sistem dinamic complex. Elementul primordial al acestui sistem îl constituie munca, ca proces de interacţiune între om şi natură.

Procesul muncii include, în general, două momente: activitatea cognitivă şi cea constructivă.

Se consideră că activitatea utilă a omului în cadrul procesului muncii îmbracă următoarele forme:

- activitatea informativ-cognitivă (cunoaşterea obiectului, studierea lui, cunoaşterea fenomenelor şi legilor naturii);
- activitatea ideal constructivă (crearea modelului ideal al viitorului rezultat real);
- activitatea real-constructivă (realizarea nemijlocită, practică, a scopului).

Pe baza acestei clasificări a activităţii utile umane, se poate aprecia şi clasificarea producţiei, ca fiind sistemic compusă din trei componente: 1 – secţii conexe care produc cunoştinţe noi despre obiectele de producţie; 2 – secţii conexe care produc modele ale produselor muncii (de exemplu, staţiile pilot, atelierele de prototipuri etc.); 3 – secţii de producţii nemijlocită a obiectelor finite. Ca urmarea

Scanned with OKEN Scanner

interacțiunii lor şi al contopirii cercetărilor ştiințifice, lucrărilor experimental-industrial şi procesele de execuție într-un proces unic, complex, poate fi realizat scopul producției de obținere a unor produse corespunzătoare cerințelor clienților.

Procesul de producție şi rezultatele acestuia se perfecționează continuu sub influența cerințelor sociale în permanentă creştere, în condițiile multiplicării ofertei din partea concurenței. Acest fapt generează un ciclu deosebit de dinamic al tehnicii şi tehnologiei, menit să soluționeze în mod complex problemele cu caracter ştiințific, tehnic şi de producție.

Dinamismul producției industriale se reflectă în lărgirea şi înnoirea continuă a reproducției sociale pe baza accelerării progresului tehnico-ştiințific şi a creşterii productivității muncii în concordanță cu creşterea consecventă a indicatorilor de definiție ai calității vieții colectivității umane. Ciclul realizării reproducției sociale, pe baza progresului continuu a mijloacelor de producție şi a bunurilor de consum, se prezintă în figura 2.1.

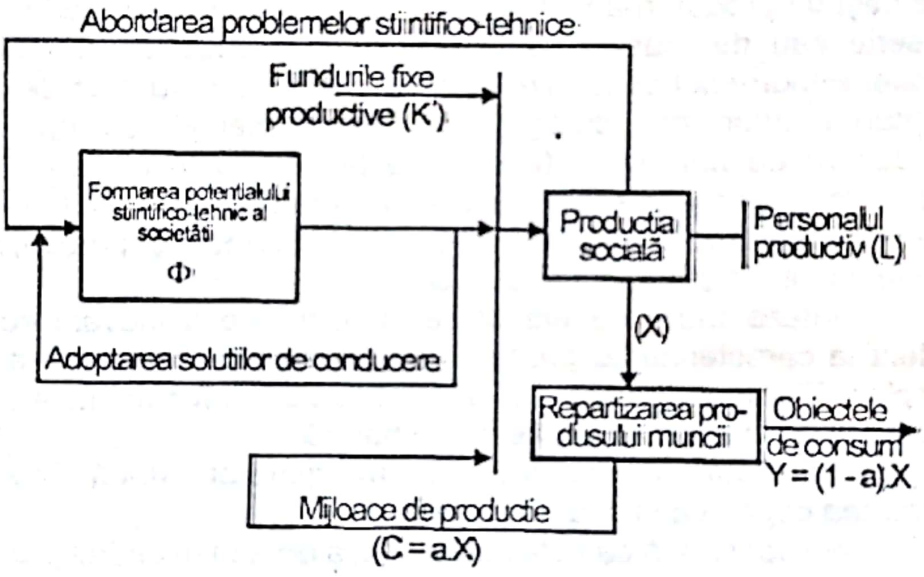


Fig. 2.1. Ciclul realizării reproducției lărgite luând-se în considerare progresul continuu a mijloacelor de producției şi a bunurilor de consum

În vederea analizei dezvoltării dinamice a producției sociale şi creşterea eficienței sale, se va face o interpretare matematică, folosind drept parametri de bază ai reproducției: productivitatea muncii (x) şi volumul specific al produsului finit (venitul național sau profitul) pe un muncitor (y):

$$x = \frac{X}{L}; \qquad y = \frac{Y}{L}$$

Scanned with OKEN Scanner

Modelul matematic modern al producției (funcția de producție) folosit pentru studierea influenței diferiților factorilor ai producției asupra rezultatului final are forma:

$$Y = b.K^{\alpha}.L^{\beta} \qquad (2.1)$$

unde α şi β sunt coeficienți de elasticitate care caracterizează ritmurile de variație a funcției generate de schimbările factorilor corespunzători.

Dacă $\alpha+\beta=1$, creşterea economică are caracter extensiv, iar funcția **Y=f(K,L)** se transformă în cunoscuta funcție Cobb-Douglas:

$$Y = b.K^{\alpha}.L^{1-\alpha}$$

În consecință, cantitatea de produs finit pe un muncitor va fi:

$$y = \frac{Y}{L} = b.\left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha} \qquad (2.2)$$

Având în vedere că **Y = (1-a).X**, relația dintre productivitatea muncii **(x)** şi înzestrarea cu fonduri **(K/L)** va fi:

$$x = \frac{X}{L} = \frac{b}{1-a}\left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha} = b'\left(\frac{K'}{L}\right)^{\alpha} \qquad (2.3)$$

Pentru asigurarea unei devansări a creşterii producției în comparație cu cea a factorilor examinați este necesar să se aplice metodele intensive de creştere a producției. Aceasta înseamnă că trebuie respectată condiția: $\alpha + \beta > 1$.

Creşterea eficienței factorilor de bază ai producției se realizează ca urmare a folosirii în procesul reproducției sociale lărgite a potențialului ştiințifico-tehnic, adică a ansamblului rezultatelor cercetării ştiințifice şi realizărilor din domeniile: tehnic, tehnologic şi managementului producției. În cazul acesta, în expresia (2.1) poate fi evidențiat distinct factorul care reflectă influența metodelor intensive de creştere a producției asupra parametrilor acesteia:

$$Y = b.K^{\mu}.L^{1-\mu}.f(\phi)$$

unde Φ reprezintă caracteristica numerică a potențialului ştiințific şi tehnic al unității economice considerate, a ramurii industriale sau chiar a întregii economii naționale.

Considerând că creşterea acestei influențe în timp are un caracter exponențial, relațiile (2.1), (2.2) şi (2.3.) pot fi transformate după cum urmează:

$$Y = b.K^{\varpi}.L^{1-\mu}.e^{\lambda.t} \qquad (2.4)$$

$$Y = b.\left(\frac{K}{L}\right)^{\mu}.e^{\lambda.t} \qquad (2.5)$$

Scanned with OKEN Scanner

$$Y = b' \cdot \left(\frac{K}{L}\right)^{\mu} \cdot e^{\lambda \cdot t} \qquad (2.6)$$

unde λ este ritmul mediu anual de creştere a produsului final obţinut pe baza creşterii eficienţei principalilor factori de producţie:

$$\lambda = \frac{1}{Y}\frac{dY}{dt}$$

Crearea şi dezvoltarea accelerată a potenţialului ştiinţifico-tehnic, care facilitează creşterea ritmului de dezvoltare a indicatorilor analizaţi mai sus, reprezintă principalul scop al conducerii activităţilor de analiză a valorii sau inginerie a valorii în vederea asimilării progresului tehnic şi ştiinţific.

O problemă principală constă în cercetarea relaţiilor dintre ritmurile creşterii principalilor parametri ai procesului de funcţionare a subsistemelor ciclului ştiinţific (S); tehnic (T); producţie (P). Această corelaţie poate fi studiată pe baza principiului asigurării unităţii legăturile subsistemelor informaţionale (i), economice (e) şi organizatorice (o) care conduce la sistemul de inegalităţi:

$$\begin{aligned} \lambda_S^i &> \lambda_T^i > \lambda_P^i \\ \lambda_S^e &> \lambda_T^e > \lambda_P^e \\ \lambda_S^o &> \lambda_T^o > \lambda_P^o \end{aligned} \qquad (2.7)$$

în care λ_S, λ_T, λ_P reflectă ritmul de creşterea a parametrilor subsistemelor: ştiinţă – tehnică – producţie.

2.2. Caracterizarea şi măsurarea ritmurilor de înnoire a elementelor producţiei

Locul central în obiectivele analizei valorii sau ingineriei valorii îl ocupă sistemul om-tehnică. Caracterul şi conexiunile elementelor acestui sistem determină rolul şi poziţia lor în procesul de producţie dinamic, iar întreaga perioadă de dezvoltare a tehnicii şi producţiei materiale poate fi divizată în perioade istorice distincte, figura 2.2.

Dezvoltarea tehnicii cunoaşte trei etape istorice (instrumentalizarea, mecanizarea şi automatizarea), cărora le corespund trei moduri tehnologice de producţie: 1 – munca manuală; 2 – munca manual-mecanizată; 3 – munca creativ-mecanizată (creaţia ştiinţifico-tehnică şi estetică).

Întreaga istorie a dezvoltării producţiei materiale reprezintă în acelaşi timp şi istoria cunoaşterii tuturor laturilor ei, întrucât fără cunoştinţe

Scanned with OKEN Scanner

adecvate ar fi imposibilă dezvoltarea şi perfecţionarea atât a obiectelor muncii şi a mijloacelor de muncă, cât şi a însuşi procesului muncii. Pe măsura dezvoltării producţiei are loc nu numai transformarea radicală a tehnicii, dar şi schimbarea poziţiei şi rolul ştiinţei în producţia socială, aceasta contopindu-se tot mai mult cu tehnica devenind factorul de bază al producţiei.

Cel mai dinamic element al producţiei este potenţialul ştiinţific şi tehnic, care cuprinde nu numai soluţii pentru variantele finite ale noilor maşini, aparate, materiale etc., dar şi forme organizatorice şi metode de lucru avansate, reflectând relaţiile reciproce şi metodele folosite de cei ce-şi desfăşoară activitatea în procesul de producţie.

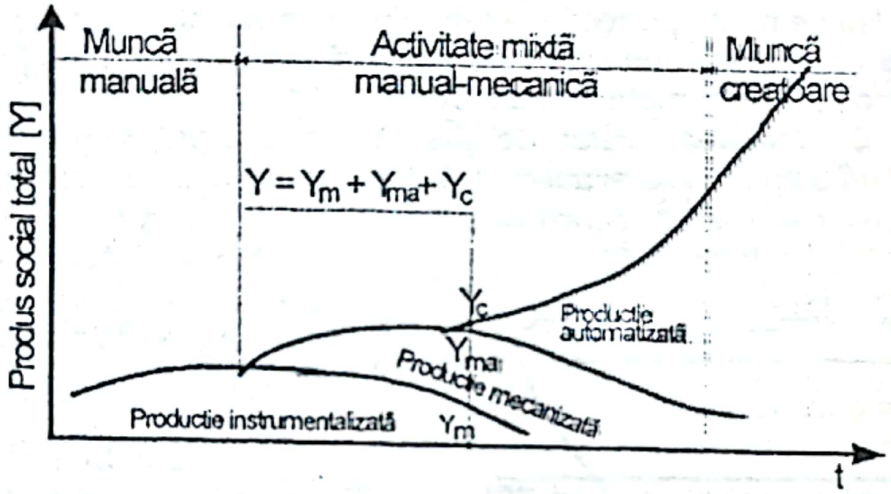


Fig. 2.2. Dinamica produsului social total al muncii (Y) în diferitele etape ale dezvoltării producţiei (m – muncă manuală; ma – muncă manual-mecanizată;
c – muncă de creaţie)

Experienţa conturează şase condiţii principale care determină asimilarea progresului ştiinţifico-tehnic în sfera producţiei bunurilor materiale.

1. ***Noutatea cunoştinţelor în domeniu.*** Însuşirea progresului ştiinţifico-tehnic, în sfera producţiei, înseamnă, în fond, ca industria să înveţe să facă ceva ce n-a mai făcut până atunci. Noutatea poate fi absolută sau relativă. Legat de condiţia noutăţii, trebuie să menţionăm şi dorinţa industriei de a-şi însuşi această noutate. Dorinţa poate fi stimulată prin măsuri materiale şi morale adecvate.

2. ***Pregătirea iniţială a industriei trebuie să permită asimilarea noului.*** În ştiinţele exacte, în general, dar mai ales în tehnică, când înveţi pe cineva trebuie să aibă deja un anumit nivel de pregătire.

Scanned with OKEN Scanner

3. ***Dozarea corectă a ritmului de însuşire a noutăţii.*** Orice colectiv uman poate asimila, într-o anumită perioadă de timp, o anumită cantitate de informaţie, chiar dacă are pregătirea corespunzătoare şi dorinţa de perfecţionare. Acest punct vizează mai ales strategia agentului economic.

4. ***Programarea corectă a ritmului de aplicare a noului în condiţiile de producţie.*** Noul întotdeauna înlocuieşte treptat vechiul întrucât astfel se pot produce perturbaţii în continuitatea activităţii agentului economic. Această înlocuire treptată presupune o programare corectă de asimilare a noului, un anumit decalaj în raport cu însuşirea aspectelor teoretice care vizează strategia agentului economic şi cu scoaterea din producţie a obiectelor ce se producea anterior. Acest punct vizează mai ales tactica agentului economic.

5. ***Crearea condiţiilor materiale necesare introducerii noului.*** Nu se poate perfecţiona tehnologic un agent economic numai pe baza resurselor interne. Este necesară colaborarea cu alţi agenţi economici, pe baze materiale adecvate.

6. ***Calitatea noului.*** Se ştie că pentru o pregătire bună este necesar un corp profesoral adecvat. Tot aşa şi pentru introducerea noului este necesar acesta să reprezinte într-adevăr un progres faţă de situaţie existentă. Aceasta se obţine pe baza calităţii colectivelor de elaborare a noului.

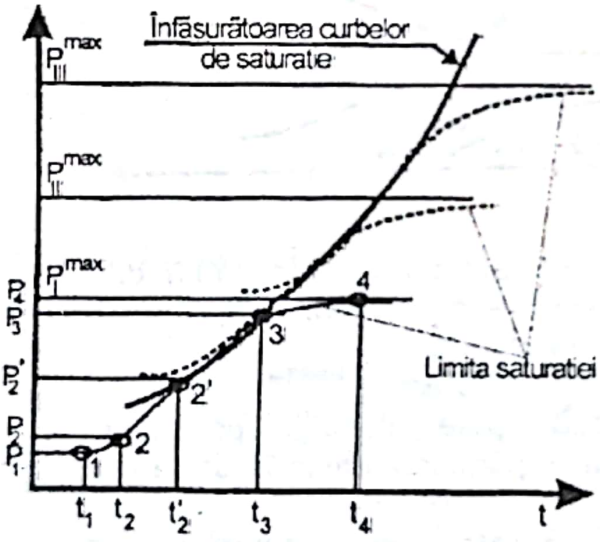


Fig.2.3. Schema dezvoltării şi perfecţionării soluţiilor tehnice (funcţia de tipul: parametru-timp)

Legitatea cea mai răspândită privind determinarea principalilor parametri ai obiectelor muncii, în asimilarea noului, este cea mai exprimată cu ajutorul curbelor logistice în forma de **"S"** alungit şi care oglindesc periodicitatea înnoirii soluţiilor tehnice, tehnologice etc., permiţând şi prognozarea dezvoltărilor.

Ecuaţia curbei logistice pentru cazul general are forma:

$$z = \frac{m}{n + e^{-h \cdot t}} \qquad (2.8)$$

unde **h** este indicatorul ce caracterizează viteza de schimbare a parametrului **z** până la limita valorii sale **m/n**. Creşterea indicatorului **h** corespunde scurtării duratei ciclului complet de viaţă a soluţiei examinate.

Scanned with OKEN Scanner

Reprezentarea grafică a funcției **z = f(t)**, a variațiilor soluțiilor **(I, II, III)** care se schimbă succesiv între ele este prezentată în figura 2.3. Segmentul **1..2**, cu caracter exponențial, reflectă perioada creării și verificarea exponențiale a noii idei tehnice. În segmentul **2..3** are loc creșterea parametrului principal **P** (prin acumulări cantitative de obiecte de consum de același tip sau prin modificări succesive ale aceluiași obiect, caracterizate de variația parametrului principal în domeniul $P_1<P'_2<P_3$. Urmează apoi o perioadă de saturație (segmentul **3..4**) când parametrul **P** se apropie de valoarea sa limită P_I^{max}, devenind necesară trecerea la soluții tehnice principial noi. Ritmurile creșterii parametrului încep să se micșoreze în punctul **2'**. În acest în punct în care:

$$P = \frac{1}{h} \cdot \ln \frac{1}{n}$$

se realizează trecerea la o nouă tehnică.În mod analog are loc schimbarea în timp a parametrilor corespunzători curbelor **II** și **III**, până la atingerea zonei valorilor limită P_{II}^{max} și P_{III}^{max}.

În practica cercetărilor de prognoză se folosește metoda extrapolării curbelor înfășurătoare, care permite trasarea curbei generale înfășurătoare **F(P,t)** pentru o serie de curbe în formă de "S" și elaborarea în acest fel a prognozei dezvoltării parametrului de bază al mulțimii de obiecte cu aceeași destinație funcțională caracterizate prin familia de curbe **f(P,t,C)** cu valori diferite **(C_1, C_2, C_3,...,C_n)**. În literatura de specialitate se prezintă formularea matematică a acestor probleme.

Una din caracteristicile de bază ale producției moderne o constituie intensitatea înnoirii tuturor elementelor sale. Ea caracterizează dinamismul dezvoltării agenților economici se propun, de obicei, următorii parametri: 1 – numărul tipurilor noi de produse concepute în decursul unui an calendaristic; 2 – ritmurile de înnoire a nomenclaturii produselor fabricate; 3 – durata medie de fabricare a anumitor tipuri de produse, în ani; 4 – ponderea, în expresia valorică, a noilor produse în volumul total de produse realizate. Ritmurile de dezvoltare a potențialului tehnico-științific **(λ_{ps})**, în expresie cantitativă, trebuie să depășească ritmurile de creștere a mijloacelor tehnice de producție **(λ_{mt})** și a produsului muncii **(λ_{pm})** conform inegalităților: $\lambda_{ps}>\lambda_{mt}>\lambda_{pm}$.

2.3. Folosirea teoriei și practicei valorificării în procesul de analiză a valorii

Prin valorificare se înțelege, pe de o parte, preluarea selectivă, succesiunea, continuitatea și refolosirea soluțiilor tehnice, tehnologice, organizatorice etc. ale obiectelor tehnice și elementelor lor structurale existente, iar pe de altă parte,

Scanned with OKEN Scanner

proiectarea sistemelor tehnice după principiile înrudirii lor constructiv-tehnologice.

Principiul originalității în procesul creației tehnice nu trebuie absolutizat, în sensul că cu cât include mai multe elemente originale un produs va avea un nivel de noutate şi de calitate mai înalt. Este total greşită practica de stimulare necondiționată a cercetătorilor şi proiectanților în funcție de numărul elementelor originale incluse în tehnica nouă, de produs sau de proces. Această concluzie are la bază faptul că printr-o creştere a nivelului "originalității" construcției se scumpeşte artificial tehnica şi devine imposibilă aplicarea unificării şi tipizării, ceea ce conduce la dificultăți în înlocuirea pieselor uzate, în obținerea pieselor de rezervă etc. Tendința actuală a progresului științific şi tehnic impune tot mai mult ca tehnica să fie concepută pe baza unor combinații noi, eficiente, a elementelor, subansamblelor şi pieselor, respectiv proceselor, deja folosite în practică. De aceea valorificarea are un caracter general şi trebuie privită ca o condiție obligatorie a dezvoltării producției.

Pentru analiza şi cunoaşterea principiului valorificării trebuie avut în vedere că pentru orice proces material sau activitate teoretică a omului este caracteristică repetabilitatea anumitor obiecte, procese şi fenomene, fără de care acestea n-ar putea să apară sau să fie reproduse.

Practica dezvoltării sistemelor tehnice şi organizatorice (social-economice), care funcționează în sfera producției sociale, permite formularea unor probleme ale teoriei valorificării, respectiv a principiilor şi metodelor ei de bază.

Dar orice teorie capătă forma unui sistem de cunoştințe generalizate şi de interpretare a anumitor laturi ale realității. Acest sistem se dezvoltă şi se perfecționează sub două aspecte intercondiționate: de conținut (formularea categoriilor, legităților, principiilor) şi de formă (ecuații matematice, simboluri logice, reguli etc.).

Obiectele studiate de teoria valorificării aparțin unuia din următoarele domenii:

1. *Lumea organică*, caracterizată prin particularitățile specifice apariției vieții, studiate de genetică (teoria eredității) şi metodele acesteia, reprezentând un capitol special al teoriei valorificării.

2. *Lumea anorganică*, pentru care este caracteristică, în multe cazuri, stabilitatea relativă a conexiunilor şi relațiilor elementelor ce o compun şi modificarea relativ lentă a acestor conexiuni şi relații sub acțiunea proceselor naturale fizice şi chimice. Conexiunile şi relațiile elementelor lumii anorganice sunt studiate de diferitele capitole ale științelor naturii (chimia, fizica, geologia sau alte științe sau interdisciplinar, de exemplu chimia fizică, geofizica ş. a.).

Scanned with OKEN Scanner

3. Societatea omenească, în particular forma superioară de organizare umană a producției sociale, este studiată în ansamblu şi pe elementele sale componente, cu ajutorul capitolelor speciale ale teoriei valorificării.

Ca urmare acestor precizări, rezultă că ***teoria generală a valorificării poate fi considerată acel sistem de cunoştințe care explică legitățile dezvoltării lumii materiale şi ale sistemelor acesteia, de pe poziția intercondiționării elementelor repetabile şi schimbabile ale acestor sisteme.***

Examinându-se sfera producției sociale, din punctul de vedere al dezvoltării ei continue, vom distinge trei categorii de sisteme principale care o alcătuiesc: tehnice, organizatorice şi tehnologice. Corespunzător acestora se pot examina trei cazuri de aplicații ale teoriei valorificării:

a. Teoria valorificării sistemelor tehnice care studiază şi explică legitatea continuității dezvoltării mijloacelor tehnice şi tehnico-informaționale de producție;

b. Teoria valorificării sistemelor organizatorice care studiază şi explică legitatea continuității dezvoltării acestor sisteme, în cadrul producției sociale, în profil vertical şi orizontal;

c. Teoria valorificării sistemelor tehnologice care studiază şi explică legitatea continuității dezvoltării producției industriale ca sistem tehnologic, al cărui mecanism de funcționare se blochează pe interconexiunea sistemelor tehnice şi organizatorice.

Se vor exprima unele principii care permit evidențierea laturilor esențiale (din punctul de vedere al continuității) ale dezvoltării soluțiilor ştiințifice, tehnice şi tehnologice, în procesul creației tehnicii noi.

Principiul 1 - principiul unității, variabilității şi repetabilității elementelor producției. În fiecare etapă de dezvoltare a producției sociale, oricare dintre verigile acesteia există şi se dezvoltă pe baza unității şi intercondiționării elementelor nou introduse (q_v) şi repetabile (q_r),

$$Q = F(q_v, q_r)$$

Rezultă una din concluziile principale conform căreia trăsăturile calitative şi cantitative ale oricărui obiect aflat în dezvoltare pot şi trebuie să fie exprimate în mod complex, cu ajutorul a două criterii - cel de noutate al obiectului şi de repetabilitate a elementelor, legăturilor şi relațiilor sale.

Principiul 2 - principiul obligativității luării în considerare a realizărilor ştiinței, tehnicii şi producției. Din punct de vedere istoric, dezvoltarea oricărui element al producției este însoțită de folosirea obligatorie a soluțiilor tehnice şi organizatorice existente în producția socială.

Scanned with OKEN Scanner

Dar este evident că noul nu este posibil fără folosirea elementelor vechiului. Orice obiect creat conține în structura sa, pe lângă soluțiile calitativ noi, și soluții "vechi" și anume cele mai avansate, verificate multilateral și omologate și care fac parte din potențialul tehnico-științific al societății.

Principiul 3 **- *principiul valorificării optime a elementelor producției.*** În condiții istorice concrete ale dezvoltării producției, pentru sistemele aflate în dezvoltare (tehnice, organizatorice și în general tehnologice) există o proporționalitate optimă, din punctul de vedere al eficienței sociale maxime, între elementele modificate, nou introduse și cele repetabile, respectiv,

$$Q = F(q_v, q_r) \rightarrow \text{extr.}$$

Principiul 4 **- *principiul interschimbabilității elementelor producției.*** Dezvoltarea continuă a elementelor producției nu exclude, ci dimpotrivă presupune în mod obligatoriu existența posibilității înlocuirii lor permanente cu elemente noi, mai perfecționate, care să corespundă în mai mare măsură cerințelor crescânde ale producției.

O asemenea posibilitate se realizează numai în cazul în care anumiți parametri caracteristici și soluții ale noilor elemente, aflate în interconexiune cu mijloacele și metodele utilizării lor, rămân constante sau variază în limitele unor mărimi admisibile, stabilite (q_v^{adm}). Așadar, realizarea principiului interschimbabilității reprezintă o condiție obligatorie a perfecționării continue și înnoirii tuturor elementelor producției,

$$Q(q_v, q_r) \rightarrow \text{extr.}$$
$$q_r \in q_v^{adm}$$

Metoda teoriei valorificării capătă anumite aspecte concrete de aplicabilitate. Aceste aspecte concrete pot avea diferite diviziuni ale metodei generale a teoriei valorificării, aplicate în tehnică și tehnologie, cunoscute sub numele de: metodele unificării; tipizării; agregării; simplificării și interschimbabilității, care, păstrându-și particularitățile lor esențiale ca metode de proiectare, au căpătat, în cadrul teoriei valorificării, noi valențe.

Metoda unificării reprezintă forma de evidențiere și cercetare a criteriilor componentelor structurale omogene ale diferitelor obiecte ale cercetării, în scopul sistematizării și ordonării lor ulterioare, în cadrul mulțimii obiectelor analizate. În principiu, sunt unificate simbolurile și termenii, indicatorii constructivi ai elementelor pieselor, ansamblurile complexe, pe scurt, ceea ce se creează și se folosește repetat în procesul activității umane.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda tipizării prezintă unele asemănări cu metoda unificării, deosebindu-se însă substanțial de aceasta prin aceea că în calitate de obiect al cercetării aici apar trăsăturile comune ale structurii (același tip de construcție) sistemelor omogene și elementelor lor. Ca exemple pot fi date produsele tipizate constructiv, procesele tehnologice tipizate, soluțiile tipizate ale problemelor pregătirii tehnologice etc.

Metoda simplificării constă în studierea gradului de ordonare a elementelor sistemelor între care există legături preponderent indirecte, în scopul optimizării ulterioare a nomenclaturii acestor elemente după unul sau mai multe criterii (parametri) de bază.

Aspectele economice ale teoriei valorificării. Formularea problemelor de optimizare cu luarea în considerare a factorului de valorificare. La folosirea și exploatarea produselor muncii se investesc cheltuieli a căror sumă este Z(t) și rezultă un efect util E(t). Dacă politica tehnică constă în folosirea cu maximum de eficiență a resurselor disponibile, adică în maximizarea efectului util, care revine la unitatea de cheltuieli,

$$K_e = E/Z \rightarrow \max.$$

atunci scopul politicii economice va fi folosirea cea mai economică a aceloraşi resurse, adică minimizarea cheltuielilor ce revin pe unitatea de efect util,

$$K_z = Z/E \rightarrow \min.$$

Cercetarea sub aspect economic a dezvoltării, pe baza valorificării, a obiectelor producției constă în determinarea cu ajutorul programării dinamice a politicii optime de dezvoltare, în spațiu și timp, a grupurilor de sisteme tehnice, organizatorice și tehnologice, omogene sub aspect funcțional. Extinsă pe o perioadă de timp analizată (T_i - T_k) și bazată pe folosirea principiului valorificării, cercetarea are drept scop elaborarea și utilizarea aparatului matematic care să permită determinarea optimă a nivelului de preluare și valorificare atât pentru fiecare grup de sisteme în ansamblu, cât și pentru fiecare sistem care intră în componența grupului analizat.

Factorul obiectiv care face să se apeleze din ce în ce mai frecvent (deşi uneori spontan) la metodele teoriei valorificării, se regăseşte într-una din principalele contradicții ale dezvoltării producției contemporane: complicarea și diversificarea continuă a mașinilor, aparatelor și echipamentelor conduce la consumuri din ce în ce mai mari de muncă, materiale și timp, în timp ce sarcinile accelerării progresului tehnico-științific impun, pe de altă parte, reducerea acestor consumuri și asigurarea concomitentă a unor lucrări de calitate superioară.

Scanned with OKEN Scanner

Conceperea de noi produse şi procedee tehnologice, sisteme de proiectare şi conducere se bazează tot mai mult pe soluţii tip unificate, asigurându-se prin aceasta economisirea resurselor de muncă şi materiale, reducerea perioadei de creare şi asimilare a elementelor fabricaţiei industriale şi un înalt nivel tehnico-economic.

Folosirea principiilor valorificării în practica tehnologică este evidentă. Nici un agent economic nu-şi poate permite să retehnologizeze complet baza tehnică de producţie la trecerea la obţinerea unui nou produs. Dar, această valorificare să nu determine un proces contrar, de stagnare tehnică a producţiei, de aceea se impune mult discernământ în opţiunea nivelului de valorificare a elementelor de producţie.

2.4. Progresul tehnic şi economia de timp, spaţiu, substanţă, energie şi informaţie

Progresul tehnic economiseşte timp, spaţiu, substanţă, înlocuindu-le cu informaţie şi apoi consumă ceea ce a economisit pentru satisfacerea altor nevoi sau pentru satisfacerea aceloraşi nevoi dar într-un alt mod. Însă nici cantitatea de informaţie disponibilă nu este nelimitată. La un moment dat progresul tehnic trebuie să urmărească şi economia de informaţie.

Creşterea productivităţii muncii, prin creşterea vitezei de funcţionare a sistemelor tehnice, determină economia de timp. Faptul că într-un timp scurt, atât individual, cât şi colectivitatea umană pot produce bunuri şi servicii mai multe şi mai variate, echivalează cu o prelungire a vieţii umane. Omul modern care munceşte un timp limitat, având timp să absoarbă o informaţie de consum mai mare, putând călători la distanţe mari, putând cunoaşte cultura şi civilizaţia altor popoare, fie în mod direct, fie prin mijloacele moderne de transmitere a informaţiei vizuale şi sonore, trăieşte, din punctul de vedere al saturării cu informaţie, de câteva ori mai mult decât înaintaşii săi.

Pe de altă parte, economia de timp nu se reduce la timpul fizic, ci mai ales la timpul în care se exercită efortul biologic al omului. Transmiţând asupra maşinilor efortul pur mecanic şi în parte, din ce în ce mai mare, efortul nervos, omul poate lucra în producţie cu un efort relativ uniform timp de mai multe ore pe zi. De fapt însăşi creşterea vitezei de lucru a sistemelor tehnice atrage după sine nevoia de dirijare exercitată cu alte mijloace decât organele omului. Problema dirijării proceselor tehnologice a devenit acută imediat ce maşinii de lucru i s-a adăugat o sursă de energie artificială, care a dus la o concentrare fără a energiei pe unitatea de timp şi spaţiu, depăşind cu mult energia disponibilă a organismului uman şi, implicit, posibilităţile de reglare de care dispune organismul uman. Primele organe de comandă au fost de natură mecanică: pârghia, roata dinţată şi

Scanned with OKEN Scanner

angrenajele ei, frâna şi ambreiajul. Au urmat sistemele de comandă electrice, mult mai eficiente şi mai precise, curentul electric poate fi conectat şi deconectat instantaneu, tensiunea şi intensitatea pot fi variate şi ele cu diferite dispozitive. Progresul sistemelor de comandă a culminat în zilele noastre cu comanda electronică, de o complexitate şi precizie incomparabil mai mari decât sistemele anterioare mecanice şi electrice.

Dar creşterea vitezei de lucru a sistemelor tehnice înseamnă, în acelaşi timp, şi economia de spaţiu, prin reducerea distanţelor între punctele în care se desfăşoară acţiunile umane directe sau mijlocite prin intermediul proceselor tehnice. Într-un sens mai larg, acţiuni umane aflate la distanţe mari devin, graţie mijloacelor de transport şi de telecomunicaţii, tot mai rapide, din ce în ce mai apropiate.

Aceste aspecte au însă o legătură imediată cu ordonarea acţiunilor umane şi a obiectelor care în limbaj curent se numeşte organizare. **Orice organizare înseamnă crearea şi menţinerea unei anumite ordini, premeditate sau spontane, în spaţiu şi timp**. La rândul său, realizarea organizării presupune o anumită capacitate de ordonare, un potenţial care este limitat de constrângeri substanţiale, energetice sau informaţionale. Economisind timpul, spaţiul şi substanţa, progresul tehnic măreşte capacitatea de organizare a colectivităţii umane. Din acest punct de vedere, organizarea acţiunilor şi a obiectelor presupune capacitatea de a reacţiona în timp util la o informaţie sosită la timp util. Aspectele cele mai vizibile ale economiei de spaţiu, realizată prin progresul tehnic, este creşterea randamentului la hectar în agricultură, obţinut printr-un complex de măsuri agrozootehnice, prin combinarea mecanizării, irigării şi crearea de soiuri mai productive de culturi agricole, precum şi cel al construcţiilor urbane care au permis o concentrare mai mare de populaţie, datorită unor invenţii deosebit, printre care, prioritar, pot fi menţionate betonul armat şi ascensorul.

Economia de substanţă s-a obţinut prin proiectarea mai raţională a produselor industriale, diversificarea materialelor şi crearea de materiale absolut noi, pe baza unor principii chimice noi.

Creşterea ratei progresului tehnic cu influenţă deosebită asupra economiei de timp, spaţiu, substanţă şi informaţiei este foarte evidentă în dezvoltarea istoriei civilizaţiei umane. Amploarea acestui fenomen este ilustrată chiar şi numai de unele date statistice. Se apreciază astfel că numărul de obiecte (tipuri de produse) create şi utilizate de oameni depăşeşte astăzi 20 de milioane. Dintre acestea, 99% au fost create în ultimele două secole, iar în toată istoria precedentă, de sute de mii sau milioane de ani, au fost create doar 1%. Ritmul acestor creaţii a crescut îndeosebi pe măsură ce ne apropiem de zilele noastre.

Scanned with OKEN Scanner

La baza dezvoltării tehnicii şi producţiei de materiale, a apariţiei şi expansiunii civilizaţiei industriale în ultimele două secole, s-au situat două creaţii fundamentale ale omenirii:

a. maşinismul – propulsat de inventarea maşinii cu aburi şi a maşinilor-unelte care au avut ca efect amplificarea forţei fizice a omului şi creşterea productivităţii muncii;

b. inventarea şi utilizarea tehnicii imprimării, a tiparului – care a înlesnit multiplicarea şi difuzarea tot mai largă a cunoştinţelor şi utilizarea lor în producţia materială.

Se apreciază că şi în viitor rata de creştere a progresului tehnic se va amplifica întrucât rezolvarea marilor probleme globale ale omenirii nu se poate face decât prin spor permanent de tehnică.

Prin metodele care asigură creşterea permanentă a ratei progresului tehnic, analiza valorii sau ingineria valorii ocupă un loc important.

Scanned with OKEN Scanner

CAP. 3. PLANUL DE ANALIZĂ A VALORII

3.1. Principii de întocmire a planului de analiză a valorii

Analiza valorii urmează modelul general al metodelor ştiinţifice, adică formularea problemei, soluţionarea ei şi aplicarea de inovaţii într-un colectiv de lucru caracteristic dinamicii de grup. Succesiunea acţiunilor este următoarea:

I. Faza informaţională.

A. Despre ce este vorba ? (problema iniţială a analizei valorii). Identificarea proiectului (a lucrării); Definirea domeniului studiului; Determinarea cantităţilor şi a vieţii (fiabilităţii) produsului; Condiţii de marketing; Revizuirea datelor referitoare la cost; Căutarea de informaţii suplimentare necesare; Exploatarea în scopul descoperirii de informaţii neaşteptate; Scoaterea în evidenţă a faptelor importante.

II. Faza analitică.

A. Ce face produsul ? (întrebarea cheie la analiza valorii). Definirea funcţiilor (determinarea importanţei lor); identificarea beneficiarilor şi estimarea beneficiilor.

B. Cât costă produsul ? Determinarea costului şi alegerea produsului; Costul de achiziţie pentru unele eventuale elemente constitutive; Costul de fabricaţie; Costul întreţinerii; Costul timpilor morţi; Costul reparaţiilor şi reviziilor generale; Mentenabilitatea şi maneabilitatea produsului; Costul scoaterii spontane din funcţiune a produsului.

C. Cât ar trebui să coste ? Evaluarea prin comparaţie; Determinarea costului de bază sau minim necesar realizării funcţiei (costul în cazul unei singure operaţii); Costul unor operaţii multiple; Costul anual; Costul pe unitatea de produs; Costul pe unitatea de măsură; Costul pe unitatea de serviciu.

III. Faza creaţie.

A. Cum poate fi îmbunătăţit produsul ? Crearea unei atmosfere propice pentru idei noi; Încurajarea personalităţilor inventive; Crearea de condiţii pentru descoperiri; Încurajarea acţiunilor inventive; Procesul de invenţie şi descoperire.

B. Inovaţia. Stabilirea piedicilor ce stau în calea inovaţiilor; Înfrângerea acestor piedici; Discutarea mecanismului inovaţiei; Adaptarea la schimbări; Crearea schimbărilor; Păstrarea unei atitudini obiective faţă de produs; Identificarea cu produsul; Căutarea de analogii; Căutarea de "soluţii de ieşire"; Trierea soluţiilor găsite.

C. Optimizarea.

D. Simplificarea (conform principiului acţiunii minime a matematicianului şi astronomului francez Pierre Louis Moreau de

Scanned with OKEN Scanner

Maupertis, 1698-1759, "minimum de efort şi maximum de randament").

IV. Faza de evaluare.

A. Metoda combinex: optimizarea şi îmbunătăţirea directă; Arta şi ştiinţa combinării soluţiilor noi cu cele valorificate; Eficacitatea şi utilitatea; Satisfacerea cerinţelor clienţilor; Fixarea de limite superioare şi inferioare pentru parametri funcţionali; Eficacitatea diferitelor soluţii alese; Ierarhia rezultatelor pentru termenii luaţi în considerare în relaţiile (1.1) şi (1.2).

B. Alegerea metodelor de fabricaţie; Stabilirea beneficiilor anticipate; Atribuirea de ponderi parametrilor luaţi în considerare; Întocmirea unui tabel cu avantaje şi dezavantaje pentru soluţiile luate în considerare.

C. Compararea opţiunilor de analiză a valorii. Cine beneficiază ? Limita superioară şi inferioară pentru oportunitatea valorii şi oportunitatea beneficiului; Compararea tehnicilor de analiză a valorii; Corecţii pentru utilitate (funcţia principală şi funcţiile secundare) şi eficacitate (cost sau preţ); Folosirea tabelului cu menţiunea avantajelor şi a dezavantajelor (tabel de punctaj).

V. Verificarea.

A. Ce ne aduce produsul (produsul, serviciului etc.) ? Scheme ameliorate; O mai mare acceptare din partea clientului; Economii monetare.

B. Cât costă ? Întârzierea planificată; Întrerupere; Costuri necurente; Costuri recurente.

C. Care sunt riscurile ? Probleme de performanţă; Probleme de procurare; Probleme de fabricaţie; Riscuri de piaţă; Alte riscuri; Întocmirea raportului scris.

VI. Recomandaţii.

A. Propunerea, în rezumat, a unui curs de acţiune.

B. Întocmirea programului de punere în practică a soluţiei; Cine va autoriza acţiunea ? Cine o va pune în aplicaţie ? Cine va trebui să vadă proiectul ? Cine va verifica cifrele ?

VII. Punerea în practică.

A. Factori care determină acceptarea. Alegerea – ce ocazie trebuie folosită ? Efort neaşteptat; Costuri neaşteptate.

B. Condiţii de acceptare; O informare bine fundamentată (câştiguri, costuri, risc); O prevedere onestă (efectul asupra obiectivelor generale, efectul asupra planurilor departamentale).

C. Mecanismul punerii în practică; Stabilirea sarcinilor; Cine verifică îndeplinirea sarcinii ? Cine execută munca ? Cine va dirija evoluţia lucrărilor ? Cine furnizează fondurile ? Cine controlează costurile ? Cine raportează mersul lucrărilor ? Cine fixează priorităţile şi punctele de interferenţă ? Determinarea termenelor şi a secvenţei; Data când începe acţiunea; Cât va dura ? Cum se va încadra în schema generală ? Cât va dura amortizarea costurilor necesitate de

Scanned with OKEN Scanner

punerea în practică ? Câte unităţi până la echilibrare ? Stabilirea procedeelor de urmărire: repere, rapoarte asupra cursului acţiunii; planuri de contingenţă pentru a repune programul de acţiune pe direcţie; Măsurarea rezultatelor; Calcularea scriptică a tuturor câştigurilor, în bani şi timp; Calcularea tuturor costurilor, în bani şi timp; Comparaţia câştigurilor nete cu costul total al efortului depus.

Parcurgerea acestor menţiuni pune în evidenţă complexitatea problemelor de conţinut la analiza valorii produselor, proceselor şi serviciilor. Desigur, trebuie avut în vedere caracterul general al lor, în sensul că se poate supune unei acţiuni de analiză a valorii o navetă spaţială, o rachetă, un avion, un aparat de radio sau o simplă sculă manuală (de exemplu, cheie fixă sau reglabilă, o şurubelniţă etc.). În funcţie de complexitatea produsului se pot adăuga şi alte menţiuni, dar pot fi şi eliminate multe dintre cele nominalizate mai sus.

3.2. Formarea colectivului de analiza valorii

Deşi folosirea unui colectiv specializat în analiza valorii nu este singurul mod de a practica analiza valorii, el s-a dovedit a fi mijlocul cel mai operativ şi mai productiv. La formarea unui astfel de colectiv trebuie să se ia în considerare profesiile necesare, talentele profesionale ale celor vizaţi, combinarea echilibrată a nomenclatorului de profesii pentru a satisface nevoile scopului urmărit. În principiu, aceste colective au cinci membri – acesta fiind considerat numărul optim – dar el poate fi format din orice număr, de obicei, de la trei la şapte.

Tabelul 3.1.

Categoriile principale ale produselor luate în considerare la crearea colectivului de analiza valorii

Elementul component al valorii produsului reflectat în componenţa colectivului	Efectul asupra valorii
Punctul de vedere al clientului (specialist în marketing)	Să corespundă cerinţelor pieţei
Designul produsului (estetician industrial)	Să creeze aspect plăcut, respectând cerinţele funcţionale
Fabricaţie (inginer tehnolog)	Să aprecieze dificultăţile de realizare
Finanţarea (economist)	Să aprecieze dificultăţile financiare
Aprovizionare-desfacere (specialist în domeniul marketingului)	Trei roluri: - să asigure informarea furnizorului; - să aprecieze produsele competitive; - să sondeze opinia viitorilor clienţi.

Scanned with OKEN Scanner

În fiecare colectiv sunt prezente, în principiu, cele cinci categorii principale. Aceste categorii se referă la cele cinci elemente ale produsului, după cum arată tabelul 3.1.

Colectivul de susținere. Pe lângă specialiștii membri ai colectivului de analiza valorii, pot fi cooptați unii specialişti în marketing şi finanțe, care pot forma un "atelier al valorii", constituit din cinci sau şase persoane. Ca atare, membrii colectivului de analiza valorii îşi pot diviza responsabilitățile pe unii specialişti cooptați din rândul membrilor serviciilor funcționale ale agentului economic. Din rândul colectivului de susținere trebuie să facă parte orice specialist care este necesar. Acesta poate fi cooptat ca ajutor a cel mult doi membri ai colectivului de analiza valorii, deci poate face cel mult din două colective de susținere din cele cinci.

Tabelul 3.2.

Tipuri colective de lucru pentru analiza valorii

Domeniul industrial-productiv	Specialişti recomandați pentru colectivul de analiza valorii
Schimbător de căldură (industria prelucrătoare)	Şeful echipei de control al procesului Inginer termotehnician Inginer tehnolog Economist (specialist marketing) Economist (specialist calculația costurilor)
Carcasă TV (industrie de consum, de articole TV)	Inginer, specialist acustică Proiectant mobilă Estetician (specialist stil) Economist (specialist aprovizionare cu materie primă specifică) Inginer tehnolog
Şasiu pentru TV (articole TV)	Şeful echipei de pe linia de asamblare Inginer electronist Inginer mecanic Inginer tehnolog Economist (specialist în calculația costurilor articolelor mecanice)
Antibiotice (industria farmaceutică)	Farmacist Biochimist Chimist (specialist în chimia analitică) Inginer chimist Economist (specialist în marketing)
Radar (industria apărării)	Inginer electronist (specialist în proiectarea circuitelor electronice) Inginer, specialist în utilizarea produsului Inginer tehnolog de fabricație Economist (specialist marketing) Inginer, responsabil CTC

Selectarea proiectelor. Colectivele de lucru pentru analiza valorii trebuie astfel constituite încât să corespundă proiectelor sau

Scanned with OKEN Scanner

produselor luate în considerație pentru necesitățile cele mai urgente ale agentului economic, spre exemplu, tabelul 3.1. Exemplele din tabelul 3.2 cuprind, după cum se observă, recomandări specifice care pot fi luate în considerare la analiza valorii proiectelor sau produselor, pentru optimizarea oportunității sau oportunității beneficului.

Scopurile primordiale ale unui colectiv de analiza valorii sunt:

1. Analiza activităților care trebuie să determine progresului stării de lucru. Concurența cea mai pronunțată este cursa pentru realizarea de noi produse şi de noi căi de producție, luându-se în considerare creşterea oportunității valorii şi oportunității beneficiului. Pentru acest salt în necunoscut, directorul producției are nevoie de informații proaspete asupra noilor materiale, noilor furnizori şi noilor metode de fabricație.

2. Analiza lucrărilor care trebuie efectuate înainte de termen şi deci care trebuie devansate pe bază de priorități. Când nu este timp pentru o atacare în etape, caracteristică competiției mai puțin acerbe din trecut, un colectiv de analiza valorii poate găsi căi de a se efectua simultan lucrările cu eficiență mult mai pronunțată decât se realizează de obicei în etape succesive.

3. Analiza lucrărilor care costă mai mult decât ar trebui, fie din motiv că prețul depăşeşte ceea ce ar putea plăti clientul, fie că marja lăsată pentru adaos comercial nu satisface cerințele de profit. Se ia în considerare şi raportul între cost de fabricație şi preț de vânzare, analizându-se posibilitatea modificării căii de trecere a produsului de la producător la beneficiar.

În tabelul 3.3 se reprezintă un mod de a compara lucrările, în scopul selecției acestora. În acest caz, coloana "pregătire profesională" se referă la personalul disponibil care poate fi detaşat pentru a forma atelierul de analiza valorii. Pentru a se determina domeniul lucrărilor asupra cărora trebuie acționat, fiecare grup constituit pe o problemă poate folosi mai târziu aceeaşi temă.

Corelarea talentelor profesionale cu lucrările de efectuat. În momentul în care lucrările au fost alese, se repartizează şi personalul respectiv, cu aprobarea şi sprijinul şefilor compartimentelor funcționale ale agentului economic, la care lucrează specialiştii luați în considerare, pe categorii de lucrări. Şefi de compartimente îşi dau astfel acordul total pentru ca fiecare specialist menționat să participe la această activitate la anumite date programate. În tabelul 3.4 se prezintă o formă comodă de a obține o astfel de aprobare şi pentru a realiza o combinație echilibrată de talente profesionale ale specialiştilor detaşați a lucra în atelierele de analiza valorii.

Colectiv sau comitet. Inițial, comitetele au fost înființate, în special, în organizațiile social-politice, pentru a concilia interesele în conflict. Ca atare, şedințele de comitet nu sunt dintre cele mai plăcute. Dovadă sunt, de obicei, comentariile care se fac, ca de pildă: "abia am ieşit dintr-o şedință îngrozitoare de comitet" şi "ne-am distrat

Scanned with OKEN Scanner

teribil", declarație ce se aude deseori după o ședință de analiză a valorii.

În timp ce un comitet se întâlnește pentru a concilia interesele departamentale contradictorii, un grup de analiza valorii se întrunește pentru a examina interacțiunea dintre departamentele funcționale, independent de interesele acestora. Această acțiune are un scop predeterminat și anume de a obține participarea conducerii și de a subordona interesele profesionale și departamentale lucrării ce trebuie executată.

După ce grupul de analiza valorii a determinat combinația optimă de avantaje a produsului pentru un anumit nivel dat de resurse, el se poate reîntruni sub formă de comitet, pentru a se asigura că interesele diferitelor sectoare sunt apărate. Dar aceasta trebuie să vină mai târziu, deoarece fără un produs bun, discuțiile dintre sectoare pentru a-și prevala fiecare interesele lor sunt inutile.

Dinamica grupurilor de analiză. Se știe că anumite cazuri dinamica grupurilor de analiză evoluează bine, dar nu știm ce este exact această dinamică în realitate. Oamenii de știință care se ocupă cu studiul comportării au observat avantajele comunicației directe, formarea potențialului creator și ameliorarea relațiilor personale, dar toate acestea nu sunt decât rezultate și nu explicații. Nimeni nu a explicat până acum motivul pentru care o adunare de indivizi se transformă într-un grup care lucrează la o singură problemă și devine plin de imaginație, productivitate și bun simț.

Fără a pretinde a ști ceea ce nu poate face o dinamică a grupului, specialiștii din domeniul analizei valorii știu că această dinamică este o sursă de energie și entuziasm care face eficacitatea unui grup de analiza valorii.

Nu tratăm despre grupuri numai de dragul lor, și cu atât mai puțin nu avem intenția de a folosi dinamica grupurilor pentru a justifica o anumită componentă a activității economice a unității economice. Analiza valorii a fost practicată la început de câțiva pionieri izolați. Majoritatea proiectanților și cumpărătorilor pun în practică analiza valorii, dar aceşti proiectanți și cumpărători nu pot contribui independent la valoarea produsului și nici nu pot contribui fără aportul celorlalți specialişti necesari.

Trebuie menționat că o anumită informație referitoare la un produs nu este semnificativă decât dacă este considerată în raport cu celelalte fire de informații din întreaga rețea. Pentru a realiza un produs bun este necesar să se considere întreaga rețea.

Întrucât într-o unitate industrială obișnuită nu se dispune de mari personalități în domeniile specialităților din colectivul de analiza valorii, trebuie să ne mulțumim cu colectivul de specialişti existent, fiecare specialist înțelegând numai un singur fir al informațiilor, dar totalitatea specialiștilor putând discuta rețeaua în ansamblul ei.

Scanned with OKEN Scanner

Acest colectiv de specialişti este constituit, de obicei, din oameni ce au o competenţă, responsabilitate, pregătire profesională şi experienţă foarte diferite; există însă trei factori care le sunt comuni: fiecare deţine o informaţie de care ceilalţi au nevoie; fiecăruia i s-a atribuit o sarcină împreună cu ceilalţi; fiecare va avea un beneficiu personal dacă sarcina se realizează cu succes.

Eficacitatea unui grup de analiză. S-a vorbit despre un grup având sarcina de analiză a valorii şi s-a denumit acest grup cu termenul de colectiv. El este într-adevăr un colectiv, dar un colectiv special.

Soluţia interdisciplinară. Acest colectiv include specialităţi principale care contribuie la valoarea produsului ce se analizează. Această combinaţie corespunzătoare de specialităţi (sau talente) este un avantaj principal care nu trebuie niciodată sacrificat de dragul de a pune în mişcare cu orice preţ un atelier de analiza valorii. O astfel de combinaţie de specialişti, care să comunice între ei, poate face ca membrii colectivului să poată vedea imediat efectul pe care schimbul biunivoc de informaţii. Şi ceea ce este mai important, este faptul că ei apreciază în colectiv fiecare fir de informaţie în raport cu întreaga reţea.

Integrarea în grup şi în sarcinile acestuia. Evident că într-un colectiv de o asemenea natură, vor trebui ca toţi să lucreze la ameliorarea produsului astfel încât meritele să vină în egală măsură tuturor. Ei vor trebui, de asemenea, să fie atenţi ca nimeni să nu sufere prejudicii, nici din colectivul lor, nici printre aceia care şi-au încredinţat produsul în mâinile lor. Această consideraţie pentru reputaţia profesională a celor implicaţi în lucrările colectivului este o problemă de rece logică comercială. Se pierde prea mult timp cu apărările împotriva criticilor. Cel mai simplu mod de apărare este de a elimina atacul. Toate eforturile care înainte se depuneau pentru susţinerea cauzei, pentru a apăra puncte slabe, merg spre beneficiului ameliorării produsului.

Exploatarea avantajelor. Pentru a obţine rezultatele maxime din această interacţiune, membrii colectivului trebuie să deprindă o măsură a obiectivităţii, trebuie să comunice între ei într-un limbaj inteligibil (fără invective inadecvate), să se deprindă a asculta, a pune întrebări şi a colabora. Numai în felul acesta colectivul devine un instrument puternic.

3.3. Criterii de selecţie a propunerilor de obiective pentru analiza valorii

Criteriile care trebuie luate în considerare la evaluarea activităţilor, pentru a le introduce ca obiective în planul de analiză a valorii, diferă în funcţie de condiţiile individuale ale companiei şi ale ramurii de producţie din care face parte. De aceea, nu este posibil a se alcătui o listă exhaustivă de aplicaţii universale. Totuşi, factorii prezentaţi mai jos sunt valabili pentru cele mai multe din companii. În

Scanned with OKEN Scanner

general, este mai bine a include câțiva factori nesemnificativi, care pot fi uşor eliminați, decât a omite unul care poate deveni, la un moment dat, critic pentru succesul comercial al activității.

Costul necesar alcătuirii unei liste de criterii este neglijabil. Ceea ce poate deveni costisitor este adunarea de informații necesare pentru evaluarea unei activități în concordanță cu fiecare criteriu. Trebuie făcute aprecieri judicioase în scopul deciderii care dintre criterii sunt cele mai critice şi în cel al determinării gradului de precizie necesar pentru datele cerute în scopul luării unei decizii. Resursele sunt prost gospodărite atunci când sunt destinate adunării şi prelucrării informațiilor legate de un factor față de care viabilitatea unei activități productive este relativ insensibilă.

Dar, multe din criteriile de selecție nu sunt cu caracter tehnologico-productiv. Mai mult, s-a arătat că stadiile de început ale analizei valorii sunt destinate reducerii gradului de incertitudine. Această incertitudine se referă în aceeaşi măsură la marketing, producție şi aspectele financiare ale unei activități, cât şi la realizabilitatea ei tehnologică. Termenul general de analiza valorii se referă la un mod universal investiției tehnologice necesare pentru a stabili dacă inovarea propusă poate fi tradusă într-o realitate fizică. Se obişnuieşte a se investi foarte puțini bani în afara domeniului tehnic înainte ca realizabilitatea să fie demonstrată. În mod inevitabil, forma fizică a inovării finale are o influență majoră asupra multor factori netehnici şi limitează cantitatea de informație utilă care poate fi culeasă până la atingerea unui anumit grad de certitudine referitor la caracteristicile principale ale produsului. Cu toate acestea, faptul nu este adevărat în întregime şi informații de valoare care ar putea conduce la oprirea timpurie a unei activități nu sunt adesea culese utilizate suficient de devreme, datorită structurii organizatorice a companiei care tinde să limiteze acțiunea de evaluare a unei activități numai în cadrul compartimentului de analiza valorii. Experiența confirmă că multe activități de producție care mai târziu au fost sortite eşecului nu ar fi trebuit niciodată inițiate, situație care ar fi putut evaluată dacă s-ar fi acordat suficientă considerație unei game mai largi de criterii în decursul stadiilor incipiente ale procesului de evaluare.

ÎN concluzie, se poate considera că analiza valorii ar trebui să existe ca preocupare față de reducerea incertitudinii în toate domeniile care au o influență asupra succesului comercial al unei inovări, ca procedura de selectare şi evaluare să reflecte toți aceşti factori, ca o structură organizatorică să asigure cadrul de lucru în care evaluarea poate avea loc şi, în final, că ar putea fi necesar să se decidă mai multe resurse decât de obicei pentru colectarea de informații legate de obiectul evaluat.

Implicațiile unor dintre cele mai importante criterii calitative ce trebuie luate în considerație vor fi discutate sub forma: obiectivele

Scanned with OKEN Scanner

corporației, strategii, politic şi valori, marketing, cercetare şi dezvoltare, financiar, producție.

3.3.1. Obiective ale corporației. Strategie şi valori

Conceptul de "imagine" este strâns legat de obiectivele strategice stabilite pentru activitatea ei. Imaginea evoluează ca o parte a caracterului şi sistemului de valori ale companiei timp de mai mulți ani. Acesta este modul în care compania şi produsele sau activitățile "service" sunt percepute de clienții săi. Această percepere poate fi de obicei schimbată numai într-o perioadă de ani de zile. Produsele noi, necorespunzând acestei imagini, pot fi respinse pe piață, indiferent de meritele lor intrinsece. O companie, de exemplu, care prin tradiție a produs lucrări ieftine, la scară de masă, poate găsi este imposibil a convinge piața să accepte un produs scump, de înaltă calitate, datorită faptului că potențialul client îl va asocia cu standardul la care se aşteptă din partea companiei respective.

Aversiunea față de risc. Strategia unei corporații este influențată de atitudinea conducerii de nivel superior față de risc, deşi aceasta poate să nu apară explicit. În mod obişnuit, ea poate fi intuită întrucât strategia reflectă sistemul de valori.

Este greşit a considera că managerii nu au înclinația naturală spre nou; datorită convingerii pe care o au că penalizările personale pentru un insucces cântăresc mult mai greu decât răsplata cuvenită în urma succesului, ei ezită să şi-l asume. Are loc astfel o atenuare a dorinței de a accepta riscul pe măsură ce se coboară scara ierarhică a organizației, crescând odată cu distanța dintre conducătorii de vârf şi cel ce ia decizia.

Însă, trebuie avut permanent în vedere faptul că activitatea economică nu poate fi separată de risc. Planificarea nu poate niciodată îndepărta riscul din activitatea de luare a deciziilor. Dar, cel puțin se poate spera că un proces de analiză rațională va face posibilă evitarea celor mai evidente prăbuşiri, precum şi stabilirea riscurilor inerente din cadrul incertitudinilor identificabile. Oricât ar fi de atentă analiza, există, totuşi, totdeauna posibilitatea de a exista fie ceva ce s-a trecut cu vederea, fie ceva ce nu a putut fi anticipat.

Selectarea unui proiect (nou sau de modernizare), a unei activități cu grad ridicat de risc, mai ales dacă va implica în consecință o investiție substanțială din fondurile corporației, va fi, în general, de nedorit într-o companie, în care conducerea de nivel superior are o ridicată aversiune față de risc. Acest fapt se aplică mai ales riscurilor comerciale căci adesea este posibil ca riscurile tehnice să fie reduse pe calea unor cercetări adecvate în cadrul analizei valorii.

Atitudinea față de inovare. Atitudinea conducerii companiei față de inovare este în strânsă legătură cu atitudinea ei față de risc.

Scanned with OKEN Scanner

general, este mai bine a include câțiva factori nesemnificativi, care pot fi uşor eliminați, decât a omite unul care poate deveni, la un moment dat, critic pentru succesul comercial al activității.

Costul necesar alcătuirii unei liste de criterii este neglijabil. Ceea ce poate deveni costisitor este adunarea de informații necesare pentru evaluarea unei activități în concordanță cu fiecare criteriu. Trebuie făcute aprecieri judicioase în scopul deciderii care dintre criterii sunt cele mai critice şi în cel al determinării gradului de precizie necesar pentru datele cerute în scopul luării unei decizii. Resursele sunt prost gospodărite atunci când sunt destinate adunării şi prelucrării informațiilor legate de un factor față de care viabilitatea unei activități productive este relativ insensibilă.

Dar, multe din criteriile de selecție nu sunt cu caracter tehnologico-productiv. Mai mult, s-a arătat că stadiile de început ale analizei valorii sunt destinate reducerii gradului de incertitudine. Această incertitudine se referă în aceeaşi măsură la marketing, producție şi aspectele financiare ale unei activități, cât şi la realizabilitatea ei tehnologică. Termenul general de analiza valorii se referă la un mod universal investiției tehnologice necesare pentru a stabili dacă inovarea propusă poate fi tradusă într-o realitate fizică. Se obişnuieşte a se investi foarte puțini bani în afara domeniului tehnic înainte ca realizabilitatea să fie demonstrată. În mod inevitabil, forma fizică a inovării finale are o influență majoră asupra multor factori netehnici şi limitează cantitatea de informație utilă care poate fi culeasă până la atingerea unui anumit grad de certitudine referitor la caracteristicile principale ale produsului. Cu toate acestea, faptul nu este adevărat în întregime şi informații de valoare care ar putea conduce la oprirea timpurie a unei activități nu sunt adesea culese utilizate suficient de devreme, datorită structurii organizatorice a companiei care tinde să limiteze acțiunea de evaluare a unei activități numai în cadrul compartimentului de analiza valorii. Experiența confirmă că multe activități de producție care mai târziu au fost sortite eşecului nu ar fi trebuit niciodată inițiate, situație care ar fi putut evaluată dacă s-ar fi acordat suficientă considerație unei game mai largi de criterii în decursul stadiilor incipiente ale procesului de evaluare.

ÎN concluzie, se poate considera că analiza valorii ar trebui să existe ca preocupare față de reducerea incertitudinii în toate domeniile care au o influență asupra succesului comercial al unei inovări, ca procedura de selectare şi evaluare să reflecte toți aceşti factori, ca o structură organizatorică să asigure cadrul de lucru în care evaluarea poate avea loc şi, în final, că ar putea fi necesar să se decidă mai multe resurse decât de obicei pentru colectarea de informații legate de obiectul evaluat.

Implicațiile unor dintre cele mai importante criterii calitative ce trebuie luate în considerație vor fi discutate sub forma: obiectivele

Scanned with OKEN Scanner

corporației, strategii, politic şi valori, marketing, cercetare şi dezvoltare, financiar, producție.

3.3.1. Obiective ale corporației. Strategie şi valori

Conceptul de "imagine" este strâns legat de obiectivele strategice stabilite pentru activitatea ei. Imaginea evoluează ca o parte a caracterului şi sistemului de valori ale companiei timp de mai mulți ani. Acesta este modul în care compania şi produsele sau activitățile "service" sunt percepute de clienții săi. Această percepere poate fi de obicei schimbată numai într-o perioadă de ani de zile. Produsele noi, necorespunzând acestei imagini, pot fi respinse pe piață, indiferent de meritele lor intrinsece. O companie, de exemplu, care prin tradiție a produs lucrări ieftine, la scară de masă, poate găsi este imposibil a convinge piața să accepte un produs scump, de înaltă calitate, datorită faptului că potențialul client îl va asocia cu standardul la care se aşteptă din partea companiei respective.

Aversiunea față de risc. Strategia unei corporații este influențată de atitudinea conducerii de nivel superior față de risc, deşi aceasta poate să nu apară explicit. În mod obişnuit, ea poate fi intuită întrucât strategia reflectă sistemul de valori.

Este greşit a considera că managerii nu au înclinația naturală spre nou; datorită convingerii pe care o au că penalizările personale pentru un insucces cântăresc mult mai greu decât răsplata cuvenită în urma succesului, ei ezită să şi-l asume. Are loc astfel o atenuare a dorinței de a accepta riscul pe măsură ce se coboară scara ierarhică a organizației, crescând odată cu distanța dintre conducătorii de vârf şi cel ce ia decizia.

Însă, trebuie avut permanent în vedere faptul că activitatea economică nu poate fi separată de risc. Planificarea nu poate niciodată îndepărta riscul din activitatea de luare a deciziilor. Dar, cel puțin se poate spera că un proces de analiză rațională va face posibilă evitarea celor mai evidente prăbuşiri, precum şi stabilirea riscurilor inerente din cadrul incertitudinilor identificabile. Oricât ar fi de atentă analiza, există, totuşi, totdeauna posibilitatea de a exista fie ceva ce s-a trecut cu vederea, fie ceva ce nu a putut fi anticipat.

Selectarea unui proiect (nou sau de modernizare), a unei activități cu grad ridicat de risc, mai ales dacă va implica în consecință o investiție substanțială din fondurile corporației, va fi, în general, de nedorit într-o companie, în care conducerea de nivel superior are o ridicată aversiune față de risc. Acest fapt se aplică mai ales riscurilor comerciale căci adesea este posibil ca riscurile tehnice să fie reduse pe calea unor cercetări adecvate în cadrul analizei valorii.

Atitudinea față de inovare. Atitudinea conducerii companiei față de inovare este în strânsă legătură cu atitudinea ei față de risc.

Scanned with OKEN Scanner

Inovatorii sunt, în general, persoane care-şi asumă riscuri. Întrucât conducătorul compartimentului de cercetare-dezvoltare este inovatorul de profesie în cadrul unei organizații, se poate întâmpla ca el să modifice atitudinea conducerii față de inovare. În aceste situații, este de datoria compartimentului de analiza valorii de a tempera creşterea îngăduinței față de risc, existând limite admisibile de asumare a riscului.

Angrenarea în timp. Angrenarea în timp derivă din accentul pe care compania îl acordă fie considerațiilor pe termen apropiat, fie celor pe termen lung. Aceasta este determinată de o anumită perioadă de strategia corporației dar este influențată, de asemenea, de climatul economic pe termen scurt. Deşi obiectivelor corporației sunt în mod clar pe termen lung, poate totuşi va fi necesar ca acestea să fie subordonate unor probleme urgente, de exemplu atunci când asupra unui produs major se exercită presiuni ale concurenței.

Criteriile corporației sunt adesea mai puțin explicite şi cuantificabile decât cele menționate în continuare. Poate fi util totuşi să se ia în considerare profilul riscului, al inovării şi angrenării în timp care, deşi subiective, pot fi de ajutor în relevarea atitudinii probabile a conducerii față de un proiect propus.

3.3.2. Criterii de marketing

Cerințe identificabile. Când departamentul de marketing face propunerea inițială pentru un nou produs, bazându-se fie pe o cercetare riguroasă a pieței, fie pe o decizie mai puțin riguros fundamentată a conducerii departamentul de marketing, se poate presupune că există o probabilitate ridicată de succes pentru un produs care satisface cerințele identificate. Vor rămâne însă, desigur, un număr de necunoscute care nu pot fi rezolvate până când produsul atinge o formă suficient de tangibilă pentru ca relația **preț de desfacere/volum de vânzări** să fie estimată cu un grad de precizie. Mai mult, în timpul perioadei în care noul produs se află în cursul elaborării, cerințele pieței se pot modifica sau pot satisfăcute de către un produs al concurenței sau printr-o inovație bazată pe un concept tehnologic diferit şi poate superior. Astfel, existența unei cerințe clare la etapa selectării proiectului nu înseamnă că viitorul din punct de vedere al desfacerii pe piață al produsului este asigurat în mod suficient pentru a fi ignorat în reluările ulterioare.

Propunerile referitoare la proiecte rezultate dintr-o nouă tehnologie, mai ales în cazul celor radicale, sunt mult mai dificil de pus în concordanță cu piața de desfacere. Există multe situații în care primele aplicații s-au dovedit a fi eşecuri costisitoare. Trebuie avut în vedere că există un anumit entuziasm al tehnologului şi o înclinație naturală a sa de a gândi în termeni materiali care îl încurajează în abordarea elaborării unor aplicații majore ale unei tehnologii care s-ar

Scanned with OKEN Scanner

putea să aibă nu numai un potențial comercial limitat. S-a pledat în favoarea unui proces alternativ de conversie în cazul în care cunoştinţele ştiinţifice sunt direct adaptabile cerinţelor clientului sau căilor de satisfacere a acestuia. Dacă această corelare poate fi realizată, s-ar putea ca prin aceasta să se scoată la iveală aplicaţii secundare în care să fie cât mai bine exploatate calităţile unice şi avantajele economice semnificative ale unei tehnologii. Într-un stadiu ulterior, după ce au fost demonstrate capacităţile noii tehnologii, aceasta poate fi aplicată altor produse în care beneficiile tehnologice sunt marginale dar au un potenţial de desfacere mai ridicat. Alternativele din care se pot selecta aplicaţiile iniţiale sunt ilustrate în figura 3.1.

Potențialul de desfacere	Mari economii în operare sau capacitate unică	Beneficiu economic sau functional marginal
	1	3
	2	4

Fig. 3.1. Selecţia inovărilor

În figura 3.1, pătratul **1** reprezintă situaţia ideală, foarte rar de realizat (de exemplu tranzistorul, procesul de obţinere a sticlei plutitoare) cel mai adesea alegerea se află între o inovare din pătratul **3** de care tehnologul este conştient sau căutarea unei aplicaţii iniţiale din pătratul **2**. Pentru o tehnologie radical nouă este adesea de preferat a se căuta o soluţie de tipul pătratului **2**.

Volumul estimat al vânzărilor. Volumul probabil al vânzărilor generat de către un nou produs reprezintă unul din factorii cei mai dificil de estimat. Dar, oricât de dificilă ar fi problema trebuie făcute estimări căci volumul vânzărilor este factorul final, determinând succesul. În mod evident, estimările făcute într-un singur punct, sunt neindicate. Estimările efectuate în trei puncte, cu probabilităţile asociate fiecărui parametru, contribuind la estimare, sunt probabil de o mai mare precizie, ele dau cel puţin o indicaţie asupra limitelor între care se situează erorile şi asupra sensibilităţile produsului la variaţii.

Volumul preliminat al vânzărilor se obţine din:

1. Dimensiunea maximă a pieţei (vânzări anuale)	Vânzări estimate dacă produ-sul are succes comercial
2. Divizarea pieţei	
3. Durata de viaţă a produsului	Factori legaţi de nesiguranţa comercială
4. Probabilitatea succesului comercial	

Precizia estimărilor pentru dimensiunea pieţei şi divizarea pieţei variază cu natura noului produs; cercetarea pieţei este de ajutor acolo unde noul produs este la concurenţă sau înlocuieşte produsele

Scanned with OKEN Scanner

existente într-o piață cunoscută, familiară companiei. Ea este de mai puțin ajutor şi poate fi înşelătoare când produsul neelaborat şi fără preț poate fi slabă indicație a comportării lor finale drept cumpărători. Studii asupra pieței pot conduce astfel la previziuni foarte optimiste atunci când aceia ale căror opinii sunt căutate nu trebuie să şi le susțină şi cu hotărârea de a le cumpăra.

Durata de viață a produsului (fiabilitatea lui) are o influență importantă asupra rentabilității. În ciuda tendințelor îndreptate către o durată de viață scurtă a produselor este încă posibil a se elabora unele noi produse având o viabilitate mai curând în decade decât în ani. Aceste produse oferă multe avantaje care le fac atractive chiar în cazul când marja de profit este mai mică față de alternativele cu o viață mai scurtă:

- ele asigură un venit sensibil mai stabil pe o perioadă apreciabilă;
- ele pun la dispoziție o încărcătură continuă a unităților de producție permițând amortizarea utilajelor la un volum apreciabil al producției;
- sunt mai puțin susceptibile față de influențele model şi în anumite cazuri asigură o mai bună izolare față de ciclurile economice;
- acumulare de experiență şi motivarea îmbunătățirii producției conduc la reducerea costurilor de producție.

Deseori, un număr de factori dificil de cuantificat, mai ales avantajele provenind din stabilitate şi venit stabil, favorizează produsul despre care se presupune că are viață lungă chiar şi atunci când o analiză economică simplă poate indica faptul că este marginal inferior unui cu o viață mai scurtă. Rabaturilor financiare (RF) pot atribui o valoare mai scăzută unor astfel de produse decât cea pe care ar dori să le-o acorde managementul.

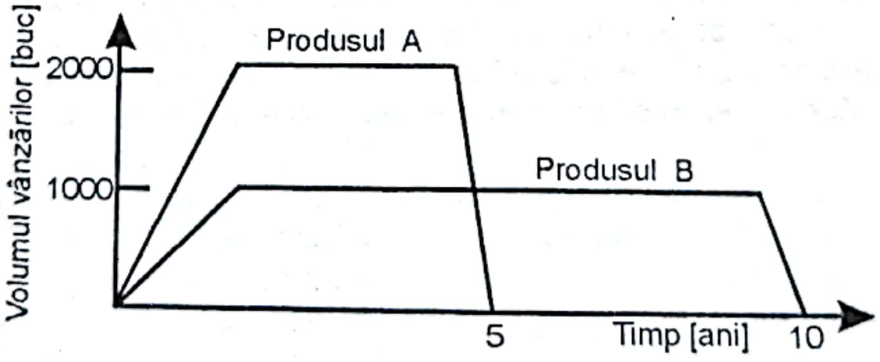


Fig. 3.2. Durata de viață a produsului şi volumul vânzărilor

Efectul vieții produsului asupra utilizării capacității de producție este ilustrat în figura 3.2 care compară două produse având acelaşi volum total de vânzări. Totuşi, produsul **A** îşi realizează vânzările numai pe jumătate din timpul necesar produsului **B** şi va

Scanned with OKEN Scanner

apărea, în consecință, ca reprezentând o mai bună alegere întrucât calculele rabatului financiar produc o valoare netă actuală mai ridicată datorită datelor mai timpurii la care se realizează câştigurile. Se pot face economii importante – previziunile referitoare la vânzări, pentru o perioadă mai scurtă, pot fi, de asemenea, mai precise. Pe de altă parte, capacitatea de producție cerută este de două ori mai ridicată. Acest lucru poate implica o investiție dublă pentru echipamentul specializat, utilizat, pentru ceea ce poate fi numai o mică proporție a duratei sale de viață.

Se utilizează, adesea, un multiplicator al probabilității succesului comercial pentru a modifica calculul raportului **cost/beneficiu** aşa încât să se poate ține cont de incertitudinile inerente estimărilor atât pentru cost, cât şi pentru beneficiu. Acolo unde fiecare parametru din calculul volumului de vânzări este asociat cu propria probabilitate, de obicei subiectivă, nu este necesară o estimare globală pentru probabilitatea succesului comercial. Probabilitățile individuale se combină pentru a da o cifră globală probabilității pentru un calcul complet. Însăşi succesul necesită să fie definit căci volumul vânzărilor este un criteriu insuficient datorită elasticității prețului, în funcție de cerere. Obiectivul activității economice este maximizarea câştigurilor, adică a factorului beneficiu în raportul **cost/beneficiu**. Cu toate acestea scopul compartimentului marketing este adesea acela de a maximiza volumul vânzărilor mai degrabă decât a câştigurilor sau profitul aşa încât este foarte important pentru compartimentul analiza valorii să stabilească în mod clar ceea ce înțelege compartimentul marketing prin "succes comercial".

Acolo unde se fac estimări într-un singur punct privind dimensiunea pieții etc. este util a se aplica o probabilitate selectivă globală pentru succesul comercial. Cu toate acestea, se preferă o serie de estimări pentru parametrii constituenți, în cadrul căror atenția se concentrează asupra luării unei decizii individuale privind un număr de elemente. De aceea, se identifică importanța relativă a fiecărui element şi atenția este direcționată către acela la care trebuie căutate date suplimentare.

Scala de timp şi relația cu planul de marketing. Lansarea unui produs nou cere o investiție considerabilă de resurse de management şi financiare din partea departamentului marketing. Trebuie ca şi aici să se țină seama de considerații legate de portofoliu şi situația ideală ar fi o succesiune regulată de produse noi apărând din compartimentele creație-producție, suficiente pentru a le înlocui pe acelea pe care ei doresc să le retragă de pe piață şi de a face față expansiunii planificate a liniei de producției. Din nefericire, produsele noi de succes nu pot fi elaborate din ordin aşa încât să ajungă în număr potrivit la un moment dat, dictat de cerințele marketingului. Cu toate acestea, trebuie acordată atenție acestui aspect pentru a se

Scanned with OKEN Scanner

evita aglomerarea de produse noi, care să depăşească abilitatea de a se introduce pe piaţă într-un mod organizat. Acest fapt este deosebit de important în cazurile unde duratele de viaţă ale produselor sunt scurte şi alegerea momentelor lansării este un factor critic sau acolo unde produsul nou este de suficientă importanţă pentru a garanta investiţia unei părţi majore în efortul departamentului de marketing.

Deşi în momentul selectării nu se ştie dacă un proiect se va materializa într-un produs se va vinde, se poate menţine un anumit control asupra ritmului şi secvenţierii aferente produselor noi prin asigurarea unui echilibru corect în cadrul compartimentului de analiza valorii. Pe măsura evoluţiei proiectului se pot face estimări a căror precizie creşte continuu asupra datei când este probabil ca produsul să fie gata pentru a fi lansat pe piaţă. Numai ocazional o companie poate avea şansa de a dispune de mai multe produse noi în plus faţă de ceea ce poate mânui departamentul de marketing cu probabilitate ridicată despărţite în cadrul unei scurte perioade de timp în exces. În asemenea momente poate fi necesară încetarea sau întreruperea temporară a unui proiect care în alte condiţii ar fi fost sprijinit. CU alt prilej poate fi necesar a se continua elaborarea unor produse noi, mai puţin atractive, pentru a face faţă unor deficienţe serioase în gama de produse.

Efectul asupra produselor curente. Produsele noi pot constitui suplimentări ale liniei de producţie existente ori înlocuitori parţiali sau completi pentru produsele aflate pe piaţă. În cel de-al doilea caz o proporţie din volumul de vânzări (şi contribuţia la profit) va fi realizată pe seama produsului existent care se mai poate vinde încă cu succes. Un produs complet nou extinde gama şi volumul de vânzări, profiturile aduse contribuie la dezvoltarea corporaţiei. De aceea, proiectele care conduc la produse complet noi par a fi de preferat celor pentru care vânzările vor contribui doar parţial la dezvoltarea corporaţiei. Este însă important ca acest indiscutabil avantaj să nu conducă la neglijarea completă a gamei actuale de produse. Înregistrarea unor vânzări de succes poate conduce foarte uşor la o stare de mulţumire. Succesul unui produs conţine seminţele propriei prăbuşiri căci acest fapt constituie o provocare vizibilă la adresa celorlalte companii care pot introduce propriile produse competitive având caracteristici noi, ceea ce le creează un avantaj pe piaţă. Este cunoscut faptul că produsul curent satisface o cerinţă a pieţei, a cucerit încrederea clientului şi reprezintă o investiţie valoroasă a companiei; această poziţie puternică pe piaţă trebuie păzită prin îmbunătăţiri aduse produsului precum şi prin înlocuirea sa ocazională într-un nou produs pentru a menţine marginea de competitivitate. O decizie de a acorda prioritate dezvoltării de produse complet noi, oricât de atrăgătoare poate fi pentru departamentul de analiza valorii, este strâns legată de un grad mai ridicat de incertitudine decât sprijinirea unor produse deja stabilite pe piaţă, a căror continuă îmbunătăţire ar trebuie abandonată numai dacă se

Scanned with OKEN Scanner

apropie de sfârşitul vieţii utile sau dacă există alte motive cerând retragerea lor de pe anumite pieţe.

Astfel, ipoteza cu privire la indezirabilitatea unui proiect rezultând într-un produs competitiv cu produse recente poate să nu fie corectă în anumite circumstanţe. Deşi este important ca acest factor să fie inclus în evaluare, aprecierea dacă balanţa se înclină în favoarea propunerii depinde tot atât mai mult de considerarea atentă a produsului curent pe cât depinde de beneficiile aşteptate ca urmare a lărgirii gamei de produse.

Stabilirea preţului. La discutarea volumului preliminar al vânzărilor nu s-a luat în considerare elasticitatea preţului în funcţie de cere. Volumul vânzărilor, reprezentând acceptarea din partea clientului este totuşi funcţie de preţul cerut, care el însuşi depinde de valoarea efectivă a produsului pe piaţa potenţială, precum şi de preţurile produselor concurente. O discuţie completă asupra politicii de preţuri se găseşte în literatura despre marketing. Pentru scopurile noastre este suficient a recunoaşte că preţul unui produs trebuie determinat de către forţele pieţei, în timp ce costul produsului se află sub controlul companiei care îl fabrică. Profitul căutat în urma unui produs este un reziduu, foarte sensibil la schimbări atât ale preţului cât şi ale costului, dificil de evaluat într-un moment în care forma finală a produsului nu a fost încă stabilită. Optimismul este totuşi o caracteristică a evaluării proiectelor. Astfel, pe măsură ce elaborează înaintează, valorile estimate ale preţului la care se poate vinde produsul au tendinţe de scădere, în timp ce valorile estimate ale costurilor de producţie au tendinţe de creştere, figura 3.3.

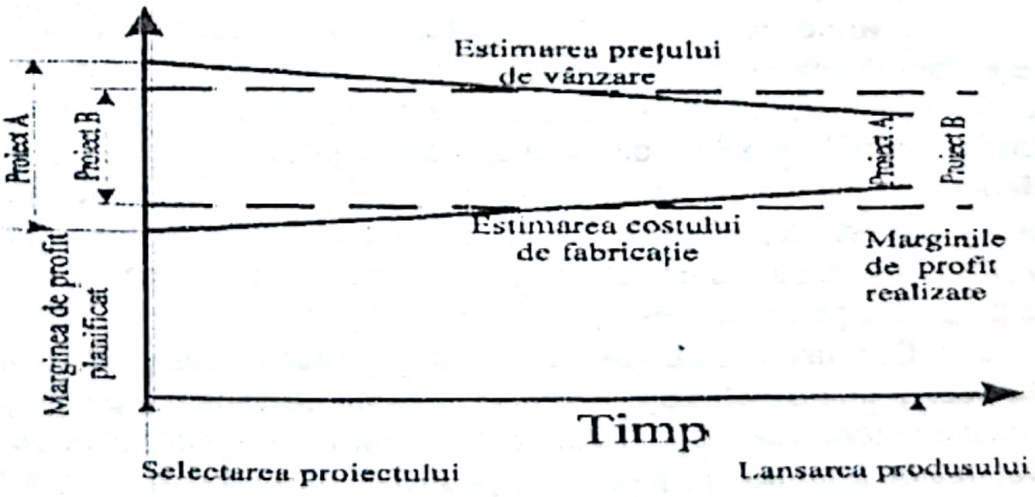


Fig.3.3. Estimări pentru costuri de fabricaţie şi preţ de vânzare efectuate pe durata desfăşurării proiectului

În figura 3.3. se prezintă estimări ipotetice pe durata elaborării a două proiecte. În momentul iniţial proiectul A părea că posedă un potenţial de rentabilitate mai ridicat decât proiectul B, în

Scanned with OKEN Scanner

timp ce această situație s-a inversat în momentul în care produsele au fost gata pentru a fi lansate pe piață. Este, desigur, imposibil a se prevedea modul în care se vor schimba estimările inițiale căci cele inițiale erau, în fond, cele mai bune, care puteau fi făcute în momentul acela. Cu toate acestea, în procesul de selecție a proiectelor tehnice trebuie recunoscut că:

- estimările pentru prețuri sunt aproape invariabil optimiste. În consecință, este puțin probabil ca proiectele care la etape timpurii ale estimărilor satisfăceau doar o mică margine criteriile companiei referitoare la investiție, să le satisfacă în practică;
- erorile datorate estimările pot schimba gradul de atractivitate a proiectelor pe măsura evoluției acestora.

Cu cât inovarea este mai radicală, cu atât este mai probabil ca estimările să se schimbe semnificativ (cu alte cuvinte, proiectul A în figura 3.3 este probabil mai radical decât proiectul B). Ne putem astfel aştepta la o mai mare încredere în estimările pentru proiecte, ele conducând la îmbunătățirea produselor sau înlocuirea unor produse existente, decât al celei pentru produse complet noi.

Concurența. Pentru produsele deja bine stabilite pe piață, amenințările pot veni din partea unor "inovări prin invazie" datorate unor companii acționând în industrii care în mod obişnuit nu au fost privite ca fiind în competiție.

În evaluarea unui proiect care nu va apare ca produs timp de câțiva ani este uşor a se subestima ritmul de progres tehnologic care nu va apare ca produs timp de câțiva ani, este uşor a se subestima ritmul de progres tehologic al concurenților. Nu este suficient a crea un produs mai bun decât cel existent. Trebuie făcută comparația cu ceea ce apare pe piață la momentul introducerii propriului produs nou.

Canale de distribuție. În afară cazului când se aplică unei piețe complet noi, un produs nou, acesta poate fi distribuit, în mod normal, prin sistemul de legături existent. În cazul când trebuie stabilite canale noi de distribuție, costul poate fi ridicat şi poate influența echilibrul rentabilității împotriva propunerii pentru un nou produs. Acesta reprezintă unu din factorii adesea ignorați până târziu în ciclul de evoluție, deşi este puțin probabil ca situația să se schimbe pe parcursul perioadei respective.

Costuri legate de lansarea pe piață. Departamentul de marketing poate estima, de obicei, costul de lansare pe piață cu precizie rezonabilă, deşi mărimea acestuia este dependentă de tipul produsului şi de natura pieței. Un produs industrial căruia i s-a făcut reclamă în principal în presa tehnică de specialitate, este cumpărat de clienți bine informați, capabili să-l analizeze ei însăşi meritele tehnice. Acest fapt este probabil mai puțin costisitor decât reclama din presă şi televiziune necesară pentru lansarea unui nou produs de larg consum. Tipul produsului are, de asemenea, o influență considerabilă asupra investiției de marketing necesară pentru lansarea lui. Noii

Scanned with OKEN Scanner

clienți trebuie convinşi asupra calităților noului produs, mai ales dacă acesta introduce o inovare tehnologică ridicată. Toate acestea costă bani pentru care trebuie introduse estimări în fiecare etapă de evaluarea a proiectului.

Probabilitatea succesului din punct de vedere tehnic. Deşi succesul din punctul de vedere tehnic este adesea definit ca atingerea performanței tehnice cerute în specificația proiectului, este mai util a adăuga că ea trebuie obținută în cadrul limitelor costurilor bugetare şi în perioada de timp cerută. În cele mai multe dintre industrii, succesul, din punct de vedere tehnic, este funcția de resursele financiare atât ale producătorului, cât şi ale beneficiarului. Directorii de cercetare nu vor sprijini probabil proiecte în care nu au încredere privind realizabilitatea lor tehnică. Ei pot fi mai puțin siguri asupra alegerii celei mai bune alternative asemenea, ei nu vor putea prevedea toate problemele ce vor trebui depăşite pe parcurs. Atunci când există dubii asupra realizării unui anumit aspect al proiectului, se pot urma căi paralele de abordare, utilizând, poate, tehnologii diferite sau proiectul principal poate fi precedat de o investigare asupra aspectelor problemei care există incertitudini majore din punct de vedere tehnic.

Efectele asupra mediului ambiant. Îngrijirea publică asupra efectelor ecologice şi asupra mediului, ale tehnologiei, devine un factor de importanță crescândă în luarea deciziilor în unitățile economice, mai ales cele productive. Numeroase produse sau procese acceptabile astăzi se află sub atacul mereu crescând din partea celor ce luptă pentru apărarea mediului înconjurător, unele vor fi interzise prin legislație, altele rămânând sub stricta interpretare a legii, vor ştirbi reputația companiei dacă vor fi menținute pe piață. De exemplu, detergenții conținând fosfați sunt ilegali în momentul de față pe multe piețe de desfacere şi au existat proteste publice ale organizațiilor ecologice referitoare la unele tipuri de ambalaje, cum ar fi containerele de sticlă care nu se refolosesc. A devenit, de aceea, important si fie considerată cu grijă, încă din faza de selecție a proiectului, efectele produse asupra mediului înconjurător de către noul produs. În acest caz, previziunile sociale şi politice pot fi de ajutor în anticiparea statutului pentru întreaga durată a vieții noilor produse. Există companii care fac deja acest lucru.

3.3.3. Criterii financiare

La considerarea aspectelor financiare ale unui nou proiect, care vizează asimilarea unui produs nou sau modernizarea unuia existent, este important a se face distincție clară între rentabilitatea finală şi cerințele impuse asupra resurselor financiare ale companiei înainte ca proiectul să aibă contribuții financiare la bugetul acesteia.

Evaluarea gradului de rentabilitate este privită, în mod obişnuit, cu multă seriozitate. O estimare foarte favorabilă asupra

Scanned with OKEN Scanner

rentabilității finale a proiectului distrage atenția de la consumarea de mijloace financiare ale companiei necesare pentru elaborarea sa şi mai ales în cazul foarte probabil al escaladării costurilor. Acest fapt este de cea mai mare importanță în cazul existenței unuia sau a două proiecte foarte mari comparativ cu resursele companiei.

Curba din figura 3.4 ilustrează investiția cumulată cerută de un proiect până la momentul amortizării investițiilor. Deşi forma curbei şi amplitudinile relative ale investiției, necesare la diferite etape, vor varia în funcție de produs şi ramura principală, creşterea rapidă a costurilor, pe măsura ce produsul se apropie de lansarea pe piață este tipică. Compartimentul financiar este interesat atât de mărimea costurilor, cât şi de repartizarea lor în timp, presupunând că viabilitatea financiară a proiectului este în afara oricărui dubiu; problema sa este de a asigura existența, la momentul necesar, a resurselor financiar. Din nefericire, există puține proiecte în care costurile să fie totale, fie repartizarea lor în timp, nu pot fi estimate la inițierea lor cu un anumit grad de siguranță. Existența mijloacelor financiare este dependentă de situația circulației fondurilor rezultând din toate activitățile companiei, atât credite cât şi debite. Astfel, disponibilitatea mijloacelor financiare este foarte sensibilă la modul de repartizare în timp.

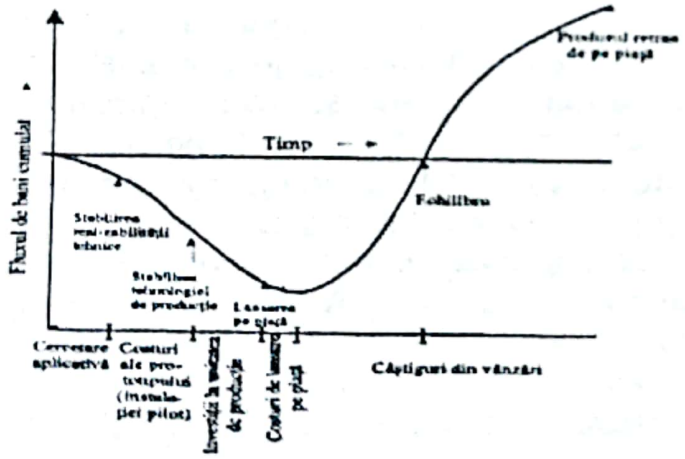


Fig. 3.4. Diagrama fluxului monetar cumulat al proiectului

În cazurile în care disponibilitatea de mijloace financiare se poate dovedi ca fiind un factor critic, este esențială estimarea cu precizie maximă posibilă a circulației fondurilor implicate, precum şi deplină înțelegere a implicațiilor lor. Această analiză poate arăta că:

- valoarea negativă maximă a fluxului monetar se încadrează ci prisosință în bugetul companiei. În aceste circumstanțe, limitările asupra circulației fondurilor nu vor impune probabil constrângeri în procesul de selectare a proiectelor;
- cerințele legate de circulația fondurilor pot fi cuprinse marginal în cadrul disponibilității de capital estimat. Acest fapt poate face totuşi compania vulnerabilă față de o escaladare a costurilor de elaborare sau la o scădere a circulației fondurilor datorită unor condiții

Scanned with OKEN Scanner

adverse. Aceste riscuri trebuie recunoscute şi sunt necesare măsuri pentru a le evita în timp util prin:

- reprogramarea fazelor de elaborare pentru a repartiza cheltuielile pe o perioadă lărgită; sau,
- planificarea investiţiei maxime la un moment în care situaţia globală a circulaţiei fondurilor este temporar favorabilă; sau,
- alcătuirea unor planuri suplimentare pentru a strânge mijloace financiare înainte ca lipsa acestora să devină critică;
- cererea de fonduri poate depăşi probabilitatea disponibilităţii lor. În această situaţie, proiectul, oricât poate părea de oportun din alte puncte de vedere, trebuie abandonat. Există totuşi alte alternative care trebuie luate în consideraţie: elaborarea parţială şi apoi brevetarea sau cooperarea cu un alt fabricant. În circumstanţe excepţionale potenţialul proiectului poate ridica valoarea companiei în măsură suficientă pentru a o face atrăgătoare în scopul cumpărării ei de către o alta.

Nici una din aceste soluţii nu trebuie ignorată, cu condiţia ca ele să fie acceptate şi urmărite ca un act de politică comercială conştientă. Puţine companii vor investi, probabil, într-o inovare tehnologică având drept obiectiv mărturisit ca acesta să conducă la acapararea firmei respective de către o alta. Cu toate acestea, faptul se întâmplă adesea, de obicei în cazul unei crize de fonduri care subminează în mod grav puterea de autoritate financiară a companiei.

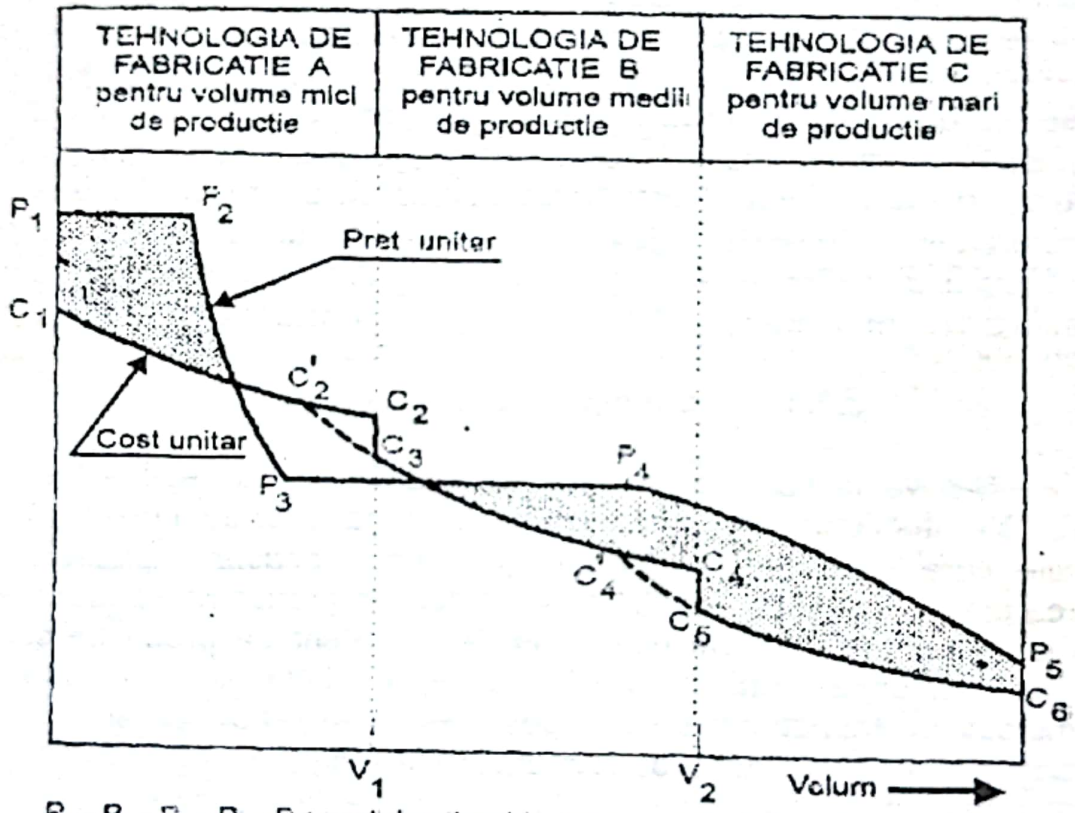
3.3.4. Criterii legate de producţie

S-a văzut că la discutarea elaborării unei strategii a fost acordată o atenţie deosebită capacităţii unei organizaţii de a exploata ocaziile care prezentau un anume potenţial. Această capacitate apărea din forţa sau slăbiciunile organizaţiei. Un produs nou poate fi asemuit cu o nouă ocazie pentru un departament de producţie şi abilitatea sa de a o transforma în succes depinde de experienţa acumulată în fabricarea unor produse similare, de numărul şi specializarea personalului şi de existenţa unui echipament adecvat.

În momentul în care proiectul se apropie de finalizare şi trece de la creaţie la sectorul de fabricaţie, realizabilitatea fabricării unei cantităţi din produsul final prin utilizarea unui echipament specializat şi a unui personal specializat fusese stabilită. Dar, costul şi viteza cu care se organizează o producţiei pe scara largă variază considerabil de la produs la produs. Întârzieri datorate unor probleme de coordonare, cumpărării de echipament nou şi recrutării sau reciclării unui personal în meserii noi, toate au un impact financiar care trebuie luat în consideraţie la evaluarea proiectului deşi ele nu pot fi măsurate calitativ cu precizie. Cu cât va fie mai mare neconcordanţa dintre cele cerute de noul produs şi capacităţile existente ale departamentului, cu cât acest cost va fi mai ridicat.

Scanned with OKEN Scanner

În evaluarea proiectului este important a se identifica acele caracteristici ale noului produs care pot pune probleme de fabricație, nu atât în laborator sau într-o organizație ideală de producție, cât în fabrică, în ultimă instanță responsabilă de producția efectivă. Costurile implicate şi legătura cu politica de producție a companiei sunt subiecte care trebui analizate înainte de abordarea proiectului, deşi etapa de planificare detaliată poate fi încă departe. Mai mult, chiar în această etapă timpurie poate apărea evident că este necesar un efort pentru a se investiga problemele producției anticipate, lucru amânat, de obicei, atât de târziu în ciclul de elaborare încât devine un moment nepotrivit pentru a face suficient de amănunțit toate pregătirile necesare pentru o tranziție lină de la creație la producție.



$P_1 - P_2 - P_3 - P_4 - P_5$: pretul estimat la care se pot vinde volumele respective;
$C_1 - C_2 - C_3 - C_4 - C_5 - C_6$: costurile de fabricatie pentru volumele de productie respective.
Zonele umbrite reprezintă regiuni de operare rentabilă

Fig.3.5. Interdependența dintre tehnologia de fabricație, dimensiunea volumului de producție, costul de fabricație şi preț – Produsul X

Costurile de producție. Costul final al produsului depinde de prețul materiei prime şi a elementelor constitutive cumpărate de la terți, de tehnologia de fabricație, de calificarea şi volumul forțelor de producție, de capitalul investit şi de volumul producției. Deşi abilitatea

de a fabrica este arareori incertă, nu poate exista nici o certitudine asupra menținerii costului final a produsului la un nivel suficient de scăzut pentru a realiza un beneficiu adecvat investițiilor. În multe cazuri, legătura între: a – tehnologia de fabricație și cost; b – volumul vânzărilor și preț poate fi criticată pentru succes. Aceste legături uneori foarte complexe, figura 3.5.

În figura 3.5 se prezintă relațiile existente între preț și cost pentru un produs X care poate fi fabricat în trei moduri diferite, în funcție de volumul preliminat al vânzărilor. Analizând cele două curbe se observă următoarele:

PREȚ

$P_1 - P_2 \rightarrow$ pentru o piață specializată care nu poate fi satisfăcută de nici un alt produs, se percepe un preț ridicat.

$P_3 - P_4 \rightarrow$ în acest domeniu al prețurilor produsul X este competitiv față de un produs existent; substituirea apare datorită unui avantaj referitor la preț care devine evident odată cu dispariția dubiilor utilizatorului privind fiabilitatea.

$P_4 - P_5 \rightarrow$ creșterea suplimentară prin substituire în alte aplicații pe măsura scăderii prețului.

COST

$C_1 - C_2 \rightarrow$ cost de fabricație scăzut prin tehnologia A datorită economiilor legate de dimensiunea volumului și utilizarea,

$C_2 - C_3 \rightarrow$ scăderea bruscă a costului de fabricație în momentul în care volumul V_1 atinge dimensiunea economică pentru tehnologia B (deși tehnologia B devine competitivă la C_2) decizia de a trece la o fabrică mai mare este de obicei amânată pe mai târziu.

$C_3 - C_4 \rightarrow$ scăderea costurilor de producție în cadrul tehnologiei B datorită economiilor legate de dimensiune și utilizare.

$C_4 - C_5 \rightarrow$ scăderea bruscă a costurilor de producție în momentul când volumul V_2 atinge dimensiunea economică pentru tehnologia C.

$C_5 - C_6 \rightarrow$ scăderea costurilor de fabricație în cadrul tehnologiei C datorită economiilor legate de dimensiune și utilizare.

În acest exemplu, produsul X este rentabil numai în porțiunile umbrite ale diagramei, chiar dacă acest fapt este valabil numai în cadrul limitelor de precizie a estimărilor. Realizarea acestor niveluri de profit presupune, de asemenea, că penetrarea pe piață este rapidă. În practică poate exista o considerabilă întârziere între stabilirea prețului (să spunem P) și realizarea volumului preliminat de vânzări (de exemplu V_1), căci incertitudinile inerente legate de un produs nou pot umbri avantajul oferit de preț în concepția multor clienți potențiali.

Este necesară o analiză minuțioasă pentru a crea o imagine clară asupra alternativelor în care pot apărea și cheltuielile implicate care sunt justificate numai pentru proiecte de importanță majoră. Mai mult, este puțin probabil a se dispune de date precise înainte ca proiectul să se găsească într-o fază avansată. Cu toate acestea,

Scanned with OKEN Scanner

considerațiile care dau naştere diferențelor de cost şi rentabilitatea, au o importantă influență aspra formei pe care o ia proiectul, căci este puțin probabil ca produsele destinate diferitelor piețe să fie identice. Astfel, ceea ce porneşte ca un proiect unic se poate dezvolta în mai multe proiecte alternative conducând la mai multe produse potrivite diferitelor piețe şi diferitelor tehnologii de fabricație. Este de dorit ca această dilemă să se poată rezolva cât mai repede. În mod frecvent, acest fapt va conduce la o decizie fundamentală pentru o evoluție etapizată a proiectului, efortul inițial fiind concentrat asupra satisfacerii pieței de volum redus, dar marginea de profit ridicată.

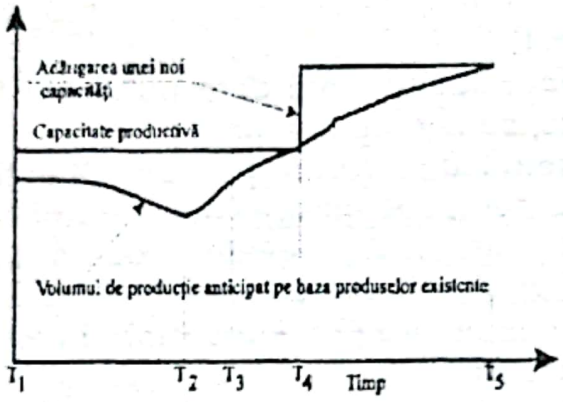


Fig. 3.6. Utilizarea capacității de producție

Valoarea adăugată în procesul de producție. Diferitele produse prezintă cereri diferite asupra resurselor de producție. Unele cer un volum ridicat de operații de prelucrare utilizând o proporție ridicată din capacitatea de fabricație, în timp ce altele constau, în mare măsură, din asamblarea unor componente achiziționate de la terți. Toate organizațiile producătoare sunt puse în fața problemei menținerii unei rate ridicate a utilizării capacității, întrucât costurile suplimentare neabsorbite ale unei utilizări scăzute, au un efect important asupra rentabilității companiei. Această problemă este ilustrată în figura 3.6 care prezintă capacitatea productivă a companiei şi utilizarea ei planificată prin produse existente şi noi. În anumite perioade va exista o capacitate disponibilă în timpul scoaterii din producție a unor produse vechi ($T_1 - T_2$) sau al extinderii fabricii ($T_4 - T_6$); în alte momente ($T_3 - T_6$) producția planificată se va apropia de capacitate sau o va depăşi. În mod ideal, produsele noi adăugate în timpul perioadelor ($T_1 - T_2$) şi ($T_4 - T_6$) ar trebui să fie caracterizate de o valoare ridicată adăugată în procesul de producție.

Ar fi nerealistă sugerarea faptului că proiectele pot fi selectate în vederea realizării concordanței precise între cerințele de elaborare de noi produse şi disponibilitatea capacității productive. Pot exista totuşi ocazii când previziuni asupra cerințelor de viitor şi disponibilității de noi produse scot în evidență gradul ridicat de probabilitate ale unor supra sau sub utilizări majore ale capacității. Reorientarea programului pentru creație poate avea drept efect reducerea sub-capacității prin accentul asupra elaborării de procese în vederea îmbunătățirii productivității, asupra produselor noi oferind o valoare mică adăugată în procesul de producție sau ca o alternativă

Scanned with OKEN Scanner

pentru a utiliza capacitatea disponibilă prin crearea de produse noi având o valoare însemnată adăugată în procesul de producție.

3.3.5. Tehnici de evaluare

După selecția propunerilor privind obiectivele pentru analiza valorii trebuie procedat, evident, la evaluarea acestora. Cea mai simplă formă a tehnicii de evaluare constă în a întocmi o listă de verificare a tuturor criteriilor care trebuie luate în considerare la evaluarea unui proiect. Acest fapt asigură ca nici un criteriu să nu fie neglijat deşi evaluarea multora dintre ele poate fi dificilă în momentul selectării inițiale a proiectului.

Listele de verificări sunt larg utilizate, dar este surprinzător cât de puține companii încearcă să alcătuiască o listă completă ca bază pentru a evaluare riguroasă. Se recomandă ca aceste liste să cuprindă:

A. Obiectivele strategice, politice şi valori pentru corporație. Este compatibil cu strategia curentă şi cu planul de perspectivă al companiei ? Poate potențialul său să garanteze o modificare a strategiei curente ? Există consecvență cu "imaginea" companiei ? Coincide cu atitudinea corporației față de risc ? Coincide cu atitudinea companiei față de inovări ? Satisface cerințele corporației privind angrenare în timp ?

B. Criterii legate de marketing. Vine în întâmpinarea unei cerințe bine definite a pieței ? Care este mărime estimată a pieței ? Care este divizarea estimată a pieței ? Care este durata de viață a produsului ? Care este probabilitatea succesului comercial ? Care este volumul probabil al vânzărilor ? Care este scala de timp şi relația cu planul de desfacere ? Care este efectul asupra produselor curente ? Care este poziția în raport cu concurența ? Care este compatibilitatea cu canalele de distribuție existente ? Care este costul estimat la lansarea pe piață ?

C. Criterii de cercetare-dezvoltare. Este compatibil cu strategia companiei pentru cercetare şi dezvoltare ? Justifică potențialul său o schimbare a strategiei pentru cercetare şi dezvoltare ? Care este probabilitatea de succes tehnic ? Care este costul şi timpul necesar elaborării ? Care este situația brevetelor ? Care sunt resursele de cercetare şi dezvoltare ? Sunt posibile elaborări de viitor ale produsului şi viitoare aplicații ale noii tehnolgii generate ? Care este efectul asupra altor proiecte ? Care sunt efectele asupra mediului înconjurător ?

D. Criterii financiare. Se vor preciza răspunsuri privind: Costuri pentru cercetare şi dezvoltare – capital, venit; Investiții pentru procesul de timp; Investiții pentru marketing; Disponibilitatea mijloacelor financiare corelată cu scala de timp; Efectul asupra altor proiecte care necesită mijloace financiare; Beneficiul anual potențial şi

Scanned with OKEN Scanner

scala de timp; Marginea de profit preliminată; Se încadrează în criteriile pentru efectuarea de investiții ale companiei ?

E. Criterii de producție. Procese noi implicate; Disponibilitatea personalului necesar fabricării produsului – număr şi calificări; Compatibilitatea cu capacitatea existentă; Costul şi disponibilitatea materiilor prime; Cerințe pentru facilități suplimentare; Securitatea fabricației; Valoarea nou creată.

Desigur, această listă de verificare nu este exhaustivă şi potrivită unei aplicări universale. Cu toate acestea, probabil, cele mai multe dintre companii vor găsi criteriile din această listă ca fiind revelatoare pentru evaluarea proiectelor.

3.4. Analiza factorilor de influență asupra cheltuielilor nejustificate

Selectarea deciziilor privind factorii de influență asupra cheltuielilor nejustificate reprezintă una din cele mai dificile şi critice arii de decizii în managementul procesului de analiză a valorii. De egală importanță este şi decizia privind oprirea unei activități din cauză că ar fi nerentabilă şi deci luarea unor măsuri de rentabilizare a acesteia. Factorii care trebuie luați în considerare atât la selectarea deciziilor privind analiza valorii, cât şi la oprirea unor activități ca fiind nerentabile sunt aproape identici, diferența constituind-o calitatea informațiilor, pe baza cărora se iau deciziile. În consecință, fazele de început ale unui program de analiza valorii, conducând la stabilirea realizabilității tehnice, pot fi privite ca o investiție de resurse pentru reducerea gradului de incertitudine sau, cu alte cuvinte, o rafinare a informației care determină viabilitatea activității supusă analizei.

Un proiect, un produs, o activitate, generează propria stimulare şi printre cei antrenați în activitatea respectivă se acceptă în mod implicit faptul că ea va fi dusă la bun sfârşit, cu condiția să nu apară noi factori de importanță majoră. De aceea, activitatea respectivă este ținută permanent sub observație de cel sau cei însărcinați cu analiza valorii deoarece această analiză este un proces continuu, cu posibilitatea de a opri în orice moment activitatea respectivă, în lumina unor informații suplimentare. Nu este, desigur, indicată aducerea la zi, la intervale frecvente, a tuturor informațiilor. Se cer reevaluări majore periodic – atunci, când fiecare aspect al activității poate fi revăzut. Aceste revizii precedă, de obicei, evenimentele cruciale, ca de exemplu decizia de a face o investiție majoră în creşterea activității sau pot fi organizate, pe o bază de periodicitate, de exemplu la fiecare trei sau şase luni. De aceea, procedura de evaluare trebuie utilizată nu numai pentru decizii destinate selectării; dar, de asemenea, ca unul dintre sistemele principale de control din partea conducerii asupra procesului de producție. Acest sistem de conducere, ca oricare altul, trebuie să aibă o bază oficială, operând astfel:

Scanned with OKEN Scanner

a. Identificarea factorilor relevați pentru decizii privind activitatea de producție;

b. Evaluarea propunerilor de activitate privind acești factori, utilizând informații cantitative atunci când acestea există sau aprecieri calitative în cazul când nu se pot obține date efective. Este esențial a se înregistra toate presupunerile și estimările calitative și cantitative drept standarde de control pentru referințe viitoare;

c. Selectarea sau respingerea propunerii de activitate pe baza evaluării făcute în etapa precedentă;

d. Identificarea domeniilor în care se cer informații suplimentare și investirea de resurse pentru obținerea acestor date;

e. Compararea noilor informații obținute la etapa precedentă cu acelea utilizate în decizia inițială, de aici rezultând importanța înregistrării ipotezelor și estimărilor anterioare;

f. Evaluarea impactului creat de oricare din schimbările dezvăluite la etapa precedentă asupra continuării viabilității activității, proiectului sau produsului;

g. Decizia de a sista sau continua activitatea, repetând etapele de la (d) la (f).

Principalii factori care trebuie luați în considerare la stabilirea unei proceduri de evaluare sunt legați de:

- *beneficiile financiare ce se așteaptă a fi obținute în urma investiției în activitatea considerată;*
- *efectul produs de către proiect, produs sau activitate de analiză asupra altora din obiectivele procesului de producție;*
- *impactul proiectului, produsului sau activității, în cazul succesului, asupra activității economice de ansamblu.*

Întrucât ceea ce toate organizațiile economice așteaptă de la eliminarea cheltuielilor nejustificate este creșterea beneficiului financiar, acesta poate prezenta o importanță excesivă, în orice sistem de evaluare. Cercetări efectuate într-o serie de companii economice arată că cele mai multe dintre ele se bazează, în practică, la alegerea variantelor optime de reducere a cheltuielilor nejustificate, aproape în întregime, pe anumite forme de costuri; analiza beneficiului, modificată uneori de estimări subiective de probabilitate pentru succesul tehnic și comercial.

Deși un sistem care exprimă calitatea activității printr-o singură cifră (adică raportul **cost/beneficiu**) are avantajul de a da o singură mărime de intrare pentru procesul de luare a deciziei, un asemenea sistem este adecvat numai dacă: **1 – estimările, atât pentru beneficiu, cât și pentru cost, sunt precise; 2 – toți factorii pot fi exprimați în termeni cantitativi**. Rareori sunt satisfăcute ambele cerințe. Cu toate acestea, analiza cantitativă rămâne o trăsătură importantă a oricărui sistem de evaluare, chiar dacă ea singură nu este suficientă.

Scanned with OKEN Scanner

Echilibrul portofoliului de activități constituie o preocupare majoră a compartimentului analizei valorii. El trebuie să constituie un element important în asimilarea unor activități noi, mai ales de producție şi service, dar şi comerciale întrucât scopul final al activității economice este, în general, nu performanța activității în parte, ci contribuția continuă la reabilitarea companiei, decurgând din investiția totală ce vizează activitatea companiei. O anume activitate productivă sau comercială poate fi evaluată izolat față de altele aflate în exercițiu sau aflate în studiu numai dacă nu există interferență mutuală. În mod normal aceasta ar fi cazul în situația neobişnuită în care se dispune de resurse nelimitate sau în care numărul activităților în perspectivă este foarte restrâns.

O activitate de succes poate avea un impact major asupra rentabilității activității economice în ansamblu a companiei. Separarea față de comercializare, în momentul selectării inițiale, cuplată cu o rată relativ scăzută a succesului, poate tenta specialistul în analiza valorii să ignore mulți factori care îi apar de importanță minoră în momentul respectiv, care devin de o importanță majoră ulterior. El ar trebui să se pregătească pentru ceea ce poate fi denumit ***"compoziția succesului"***. O inovare tehnologică aducând mari beneficii unei companii poate avea efecte dezavantajoase asupra rentabilității alteia. În afara considerațiilor strategice, acest fapt se poate manifesta în mai multe moduri. Mulți din factorii de influență sunt dificil, dacă nu imposibil, de evaluat calitativ, deşi, în ultimă instanță, au o influență semnificativă asupra rentabilității inovării tehnologice. Dacă aşa stau lucrurile, atunci trebuie să se țină seama de ei în fazele de început ale selectării şi evaluării activităților. Se vor considera, mai departe, unii din aceşti factori de influență.

3.5. Definirea analizei valorii pe operații a activităților productive şi de birou

Factorii ce însoțesc cel mai simplu proces sau cea mai simplă operație, în activitățile productive şi de birou, sunt multipli şi variați. În consecință, dacă o activitate se studiază ca un tot, progresele în ceea ce priveşte ameliorarea metodelor şi automatizarea vor fi destul de reduse. Prima etapă în procesul de analiză, care trebuie să dea rezultate, este rezolvarea divizării activității în elementele sale componente. După aceea, fiecare din elementele componente poate fi examinată separat, iar analiza valorii de ansamblu a proceselor sau operațiilor devine o serie de studii referitoare la problemele destul de simple.

Acest mod de analiză a activităților productive sau de birou se numeşte şi **"analiză pe operații"**. Analiza fiecărui proces constă, în realitate, din două analize. Prima analiză împarte sarcina într-o serie de factori cum ar fi: materialele, condițiile de control şi mânuirea materialelor, după aceea, fiecare din aceşti factori se examinează critic pentru a se descoperi, în mare, posibilitățile de îmbunătățire a metodelor

Scanned with OKEN Scanner

şi de automatizare. A doua analiză este, în esență, un examen mai amănunțit al unora dintre factorii de mai sus, accentul căzând aici asupra mişcărilor mâinii sau asupra mişcărilor făcute de echipamentul folosit pentru activitatea respectivă.

Analiza pe operații a activităților productive şi de birou poate fi definită ca ***o metodă sistematică, aplicată pentru studierea tuturor factorilor care afectează activitatea de execuție a unei operații, în scopul realizării unei economii generale maxime cu păstrarea calității tehnice a acesteia. Această analiză are drept scop să găsească activitatea optimă posibilă pentru executarea unei operații, introducându-se fiecare nouă metodă de lucru, productivă sau de altă natură, pe măsură ce aceasta devine disponibilă, în efortul continuu de a aduce fiecare operație cât mai aproape de o realizare continuă şi automatizată.***

Metoda de analiză a valorii pe operații, în scopul ameliorării şi automatizării: examinează sau observă fizic operația; pune întrebări; estimează gradul posibil de ameliorare şi automatizare; examinează zece soluții pentru ameliorare şi automatizare (1 – structura piesei sau ansamblului; 2 – caracteristicile materialului; 3 – procesul de fabricație; 4 – scopul operației; 5 – toleranțe şi condiții cerute de inspecție; 6 – scule şi parametrii regimului de lucru; 7 - analiza echipamentului; 8 – analiza dispoziției locului de muncă şi a mişcărilor; 9 – fluxul de materiale; 10 – planul de amplasament al instalației); compară vechile cu noile metode.

Un factor care trebuie luat în considerare la analiza valorii activităților este natura repetitivă a operației. Dacă pentru un anumit tip de activitate este necesar un număr mare de om-ore, o economie de 1% poate fi importantă. Pe de altă parte, o economie de 10% la o operație care se execută mai rar poate să nu compenseze costul analizei valorii activității respective. Este evident mai profitabil să se studieze activitățile cu ponderea cea mai mare; însă, aceasta nu înseamnă că nu se poate studia la analiza valorii activităților decât producția cu caracter de masă, întrucât activitatea se măsoară asupra unui tip de muncă luat ca un tot şi nu pe munci individuale.

3.5.1. Metode şi factorii de influență care determină domeniul lor de folosire la analiza valorii activităților

Dezvoltarea științei analizei valorii a condus la conturarea multor metode de analiză a costurilor nejustificate în cadrul analizelor activităților productive şi de birou.

Marele număr de instrumente de analiză disponibile astăzi poate fi utilizat în mai multe moduri pentru a obține un rezultat cât mai corect.

Felul şi întinderea analizei care se întreprinde asupra unei operații sau asupra unei categorii de activități este determinat de trei

Scanned with OKEN Scanner

factori principali şi anume: ***gradul de repetiţie a muncii sau al categoriei de activităţi; intensitatea de atenţie umană necesară; durata probabilă a muncii sau a categoriei de activităţi***, tabelul 3.5. Aceşti factori trebuie consideraţi global, întrucât nici unul nu este suficient pentru a duce singur la o decizie raţională.

Gradul de repetiţie. Pentru a determina domeniul de aplicare a diferitelor tipuri de analiză al metodelor de activitate, gradul de repetiţie al muncii sau a categoriei de activităţi poate fi divizat în patru grupe: mare; mediu; redus; întâmplător. Cu titlu orientativ, pentru determinarea gradului de repetiţie, a muncii sau a categoriei de activităţi, se va considera următoarea interpretare de principiu:

Grad mare. O muncă sau o categorie de activităţi poate fi considerată ca având un grad mare de repetiţie dacă survine de cel puţin 2000 de ori într-un an şi impune, pentru executare, minimum 1000 de ore.

Grad mediu. O muncă sau o categorie de activităţi poate fi considerată ca vând un grad mediu de repetiţie dacă survine de cel puţin 500 de ori pe an şi are o durată de timp de 1÷6 luni.

Grad redus. O muncă sau o categorie de activităţi poate fi considerată ca având grad redus de repetiţie dacă survine de cel puţin 50 de ori pe an şi durată de timp de două săptămâni până la o lună.

Activitate întâmplătoare. O muncă sau o categorie de activităţi poate fi considerată ca întâmplătoare dacă survine mai puţin de 50 de ori pe an, durează mai puţin de două săptămâni şi nu există probabilitatea de a se repeta într-un viitor previzibil.

Atenţia umană. Partea unei munci sau categorii de activităţi care necesită atenţia umană are o importanţă deosebită asupra studiului ce trebuie efectuat. Termenul de "atenţie umană" cuprinde orice parte a unei munci sau categorii de activităţi care se execută printr-o muncă umană şi mai cuprinde şi timpul în care operatorul trebuie să fie atent la echipament (observând sau ascultând) pentru a se asigura că acesta funcţionează corespunzător chiar dacă nu are de executat anumite mişcări manuale specifice.

Atenţia umană necesitată de o categorie de muncă sau de activităţi poate fi clasificată în trei grupe şi anume: **mare, medie** şi **scăzută**. Evident că atenţia maximă se depune atunci când toate elementele componente ale unei munci sau categorii de lucrări se execută de către operator sau cu scule manuale, fără să fie ajutat de nici un fel de energie. Atenţia minimă este atunci când munca se efectuează complet automat, cu ajutorul maşinii, maşina oprindu-se şi semnalând operatorului în cazul în care survine vreun defect de funcţionare, astfel încât nu este necesar ca atenţia operatorului să fie îndreptată continuu asupra maşinii. Grupele în care pot fi clasificate muncile din punct de vedere al atenţiei umane sunt următoarele.

Scanned with OKEN Scanner

Mare. Atenția umană este cerută de fiecare muncă sau categorie de activități într-o proporție mai mare de 75% din durata totală a muncii.

Medie. Atenția umană este cerută de fiecare muncă individuală sau categorie de activități într-o proporție de 25÷75% din durata totală a muncii.

Redusă. Atenția umană este cerută într-o proporție mai mică de 25% din durata totală a muncii sau categoriei de activități.

Durata unei munci. Durata unei munci sau categorii de activități este un alt factor de care trebuie să se țină seama odată cu caracterul său repetitiv şi cu atenția umană. Durata unei munci sau categorii de activități poate fi împărțită în trei categorii: peste 12 luni, de 6÷12 luni, sub 6 luni.

3.5.2. Metodologii practice de analiza valorii activităților

Efectuarea practică a analizei activităților se face utilizându-se formulare specifice complectabile de către membrii colectivului de analiza valorii.

Tabelul 3.3

Factorii care determină tipul de studiu al metodelor de muncă sau a categoriilor de activități

Gradul repetitiv al activității sau clasei de lucrări	Atenția umană	Durata activității, în luni	Tipul de studiu indicat
Mare	Mare	peste 12	1
		6 la 12	1 sau 2
		sub 6	2 sau 3
	Mediu	peste 12	1 sau 2
		6 la 12	2 sau 3
		sub 6	3
	Redus	peste 12	2
		6 la 12	2 sau 3
		sub 6	3
Mediu	Mare	peste 12	2
		6 la 12	2 sau 3
		sub 6	3
	Mediu	peste 12	2 sau 3
		6 la 12	3
		sub 6	3 sau 4
	Redus	peste 12	3, 4 sau 5
		6 la 12	4, 5 sau 6
		sub 6	6

Scanned with OKEN Scanner

Redus	Mare	peste 12	3 sau 4
		6 la 12	3, 4 sau 5
		sub 6	3 sau 5
	Mediu	peste 12	3, 4 sau 5
		6 la 12	3 sau 5
		sub 6	3, 5 sau 6
	Redus	peste 12	3 sau 5
		6 la 12	3, 5 sau 6
		sub 6	6
Întâmplător	Mare	sub 6	5
	Mediu	sub 6	5 sau 6
	Redus	sub 6	6

Astfel, formularul din tabelul 3.3 a fost elaborat în scopul de a ajuta la alegerea tipului de studiu al metodei care justifică economic, în anumite condiții date, activitatea supusă analizei valorii.

Factorul cel mai greu de determinat la completarea formularului din tabelul 3.3 este, în general, caracterul repetitiv al muncii. Gradul de atenție umană, precum şi durata probabilă a muncii sau categoriei de activități pot fi determinate destul de repede şi simplu. Gradul de repetiție, în sensul în care este folosit pentru scopurile urmărite de formular, este influențat de numărul de ori în care în care se repetă munca pe an, de lungimea ciclului de muncă sau al categoriei de activități care se studiază, precum şi de durata totală a muncii.

La determinarea caracterului repetitiv, al unei munci sau categorii de activități, trebuie să se țină seama de frecvența cu care munca respectivă revine, de orele necesare pentru a o efectua şi de timpul destinat fiecărui ciclu. Prin definiție, o muncă sau o categorie de activități se consideră a avea un înalt grad repetitiv atunci când survine de cel puțin 2000 de ori pe an şi necesită minimum 1000 om-ore pentru execuție. Întrucât timpul alocat fiecărui ciclu trebuie luat şi el în considerație, cei trei factori de mai sus nu pot fi corelați decât algebric. În consecință, o muncă poate fi clasificată drept având un înalt grad de repetiție dacă este satisfăcută următoarea relație de calcul:

$$\frac{N.T}{1000} > 1$$

în care N este numărul de cicluri (cel puțin 2 000); T – timpul alocat.

Prin definiție, o muncă are un grad mediu de repetiție dacă survine de cel puțin 500 de ori pe an şi durează de la o lună la şase luni. În consecință, pentru ca o muncă să fie considerată ca având grad repetitiv mediu, trebuie satisfăcută următoarea relație de calcul:

$$\frac{N_1.T}{167} > 1$$

în care N_1 este numărul de cicluri (minimum 500).

Scanned with OKEN Scanner

O muncă cu caracter repetitiv redus are maximum 500 de cicluri pe an şi durează de la două săptămâni la o lună. Relaţia de calcul va fi:

$$\frac{N_c.T}{80} > 1$$

Utilizarea expresiilor de calcul, împreună cu o interpretare corectă a datelor practice, vor conduce la o stabilire judicioasă a gradului de repetabilitate a metodelor de muncă sau categoriilor de activităţi supuse analizei valorii.

Utilizarea relaţiilor de calcul şi a formularului din tabelul 3.3 poate fi ilustrată printr-un exemplu simplu. Într-un atelier mecanic în care se execută lucrări diferite, se aleg mai multe munci reprezentative pentru a se determina tipul de studiu al metodelor indicat din punct de vedere economic. Pentru prima muncă considerată, activitatea este estimată la 5000 cicluri pe an. Prima operaţie este o operaţie pe strung ce necesită pentru execuţie 0,392 ore. Înlocuind aceste cifre în relaţia de calcul pentru muncile cu un grad mare de repetabilitate se obţine 1,97. Se vede deci că expresia este satisfăcută şi că operaţia poate fi clasificată ca având un grad mare de repetabilitate.

Această operaţie de strunjire implică mai multe lucrări efective de durată, în timpul cărora maşina este complet controlată. Atenţia umană necesară pe durata întregii operaţii este estimată la un procentaj de 45% (valoarea aproximativă a coeficientului timpului de bază) şi se clasifică drept medie. Există toate motivele să se considere că această operaţie va continua să fie executată timp de câţiva ani în viitor, iar durata ei este deci mai mare de 12 luni. Consultându-se tabelul 3.5 se poate vedea că o muncă cu un înalt caracter repetitiv, impunând o atenţie umană medie şi durând mai mult de 12 luni, impune un studiu de tipul 1 sau 2. În acest caz, conducătorul colectivului de analiza valorii va ţine seama de faptul că atenţia umană este comparativ redusă, va estima din experienţă că posibilităţile de îmbunătăţire cu ajutorul unui studiu amănunţit al mişcărilor sau prin folosirea unor dispozitive suplimentare mecanice sunt limitate şi în consecinţă va cere un studiu de tip 2.

3.5.3. Acţiunea practică de analiza valorii activităţilor productive şi de birou

Analiştii cu experienţă îndelungată în domeniul analizei valorii vorbesc cu rezervă despre ceea ce se consideră activitate "optimă". Chiar când în limbajul lor apare atributul "optim", ei au în vedere "cea mai bună metodă de care dispunem la un moment dat" sau "cea mai bună metodă realizată până în prezent". De aici rezultă concluzia logică că ***ori de câte ori se folosesc mâinile pentru a executa o muncă există continuu posibilitatea de a ameliora metodele de muncă. Această posibilitate există până în***

Scanned with OKEN Scanner

momentul în care operația este mecanizată în așa măsură încât atenția umană este complet eliminată iar dispozitivele mecanice folosite sunt de o simplitate elementară.

Din această afirmație, rezultă clar că scopul final al oricărui program de ameliorare a metodelor este de a ajunge la o operație simplă, automatizată. Din punct de vedere economic, metoda optimă de execuție a unei operații este realizată numai în momentul în care atenția umană necesară a fost redusă la zero și întregul echipament complicat, necesar producției, a fost eliminat sau simplificat. Până în momentul în care se ajunge la această situație, ameliorările sunt totdeauna posibile. ***Acest principiu constituie baza unei soluții sănătoase de analiză universală a operațiilor pentru îmbunătățirea metodelor și pentru automatizare. Dacă analistul acceptă acest principiu și îi înțelege logica, el va examina situația cu o minte deschisă și nu se va opri în fața unor argumente de genul "nu se poate pune în practică" sau "am mai încercat înainte și nu a mers"***. Insuccesul avut în încercarea de a îmbunătăți sau automatiza o muncă nu trebuie interpretat în sensul că munca respectivă nu poate fi ameliorată. Acceptarea principiului că există o posibilitate continuă de îmbunătățire va combate orice tendință de automulțumire cu situația actuală a lucrurilor și va stimula atacarea problemei prin prisme noi. Aceasta este concepția care duce la progres. Orice progres are la bază îndoiala. Orice îmbunătățire începe prin a analiza ce s-a făcut și apoi cercetează noile tehnici disponibile capabile să ducă la o mai bună execuție.

Un om care reușește să determine ameliorări are o singură convingere bine formată: aceea că metoda poate fi ameliorată. El nu acceptă nimic ca atare pentru simplul motiv că acel lucru există; el pune întrebări și primește răspunsuri; examinează diferitele răspunsuri posibile prin prisma cunoștințelor și experiențelor sale; cercetează orice; cercetează toate fazele unei munci, în măsura în care timpul îi permite acest lucru; pune întrebări chiar atunci când răspunsurile par a fi evidente, deoarece deseori lucrurile evidente ascund mari posibilități de îmbunătățire.

Întrebările pe care le pune analistul sunt: ce, de ce, unde și când ? Ce este experiența respectivă ? De ce se execută ? Cum se execută ? Cine o execută ? Unde se execută ? Când se execută în raport cu celelalte operații ? Toate aceste întrebări trebuie puse, sub o formă sau alta, în legătură cu orice factor referitor la muncă sau categoria de lucrări care se analizează.

Atunci când se examinează o muncă în detaliu și se cercetează toți factorii legați de ea cu siguranță că se vor descoperi posibilități de ameliorare.

La analizarea unei activități există atâtea probleme care se ridică încât, dacă nu se urmează o metodă consecventă, unele vor fi mai mult ca sigur scăpate din vedere. Deseori o analiză avansează până la

Scanned with OKEN Scanner

punctul la care s-au prezentat propuneri destul de complexe pentru ameliorare, pentru ca apoi întreaga lucrare să fie respinsă pentru că nu s-a pus de la început întrebarea destul de simplă: sunt toate elementele necesare funcționării ansamblului ? iar persoana care a primit propunerile de ameliorare şi-a dat seama până la urmă că activitatea respectivă trebuie eliminată şi nu îmbunătățită.

Tabelul 3.4

Formular de analiză operațională

Data începerii _____ Serviciul _____ Desen sau specificație _____ Codul piesei _____ Material _____ Operația _____

Determină şi descrie:	Detaliile analizei:	Acțiunea
1. Scopul operației	Este oare operația necesară ? Satisface operația scopul urmărit ? Poate fi eliminată operația prin realizarea unui mai bun rezultat la operația precedentă ? Furnizorul materialului poate executa operația mai economic ? Poate operația realiza rezultate suplimentare pentru a simplifica operațiile următoare ?	
2. Proiectul piesei (se propun ameliorări, se fac schițe când este necesar ?)	Sunt toate piesele necesare ? Pot fi înlocuite cu piese standardizate ? Proiectul permite oare o prelucrare şi o asamblare mai puțin costisitoare ? Care sunt caracteristicile proiectelor folosite de concurență ? Proiectul permite o eventuală automatizare ?	
3. Analiza procesului (se va completa lista tuturor operațiilor executate asupra piesei).	Operația care se analizează poate fi eliminată ? Poate fi combinată cu alta ? Poate fi executată la timpii morți ai alteia ? Operația ar tre-bui executată de un alt serviciu (secție) pentru a se economisi costurile sau manoperă ?	
4. Condiții de inspecție (toleranțe şi specificații).	Toleranțele, adaosurile, finisajul şi toate celelalte condiții sunt toate necesare ? Sunt prea costisitoare ? Corespunzătoare scopului ? Ar trebui să se folosească controlul activ (statistic) ? Metoda folosită la control este eficace şi corespunde scopului ?	

Scanned with OKEN Scanner

5. Material propuneți materiale mai bune)	Se examinează dimensiunile, dacă sunt corespunzătoare scopului. Se poate folosi material mai ieftin ? Prin modificarea sculelor s-ar putea folosi materiale mai uşoare şi mai subțiri ? Un material mai costisitor ar putea reduce costurile de prelucrare şi de uzinare ? Ambalajul este costisitor ? Cum se poate reduce costul deşeurilor ?	
6. Mânuirea materialelor (propuneți ameliorări)	Materialele intrate pot fi predate direct la locul de muncă ? Se pot folosi semnalizări, ca de pildă lumini sau sonerii, pentru a avertiza mânuitorii de materiale că materialele sunt gata pentru transport ? Ar trebui să folosească macarale, transportoare, acționând prin gravitație, tăvi sau cărucioare speciale ? Se va examina dispoziția cu privire la distanța de deplasare. Containerele sunt corect dimensionate ?	
7. Dispoziția locului de muncă, montajul şi utilajul (se vor propune ameliorări şi se vor face schițe acolo unde este necesar)	Aşezarea sculelor, a materialelor, este făcută corect ? Cum sunt asigurate desenele şi sculele ? Montajul poate fi ameliorat ? Piese de probă ? Reglajele maşinii se fac cu metode co-respunzătoare ? Sunt folosite scule cu clichet, scule de forță, scule pentru scopuri speciale, dispozitive, menghini, dispozitive speciale pen-tru prindere ?	
8. Posibilități obişnuite de îmbunătățire a activităților	Acțiunea recomandată ? Se vor monta dispozi-tive de alimentare cu plan înclinat; se va folosi livrarea prin cădere. Dacă la aceeaşi lucrare lucrează mai mulți muncitori, se vor compara metodele. Se va asigura un scaun corect (er-gonomic). Se vor ameliora dispozitivele şi montajele prin ejectoare, ciocane cu acționare rapidă şi altele asemănătoare. Se vor folosi mecanismele acționate de picior. Se vor lua măsuri pentru ca operația să se efectueze cu două mâini. Se vor aranja sculele şi piesele în zona normală de lucru. Se va modifica dispozi-ția locului de muncă pentru a se elimina întoarcerile înapoi şi pentru a permite cuplarea maşi-nilor. Se vor aplica toate ameliorările necesare.	
9. Condițiile de lucru (se vor face propuneri de ameliorări)	Lumina; căldura; ventilația – degajări de gaze; guri de apă potabilă; spălătoare; securitatea muncii şi altele. Se vor analiza şi se vor face propuneri de ameliorare.	

Scanned with OKEN Scanner

10. Metoda de lucru	Metoda actuală se conformează legilor economiei mişcării ? Ce îmbunătăţiri se pot aduce ?	
Recomandaţii generale pentru îmbunătăţirea activităţilor vizate de colectivul de analiza valorii _____		

Pentru a se evita eforturile inutile şi pentru a avea siguranţa că se ţine seama de toate punctele importante, analistul trebuie să aibă clar în minte factorii pe care trebuie să-i examineze în orice operaţie. Aceşti factori trebuie examinaţi în amănunt, indiferent dacă analiza se face mintal sau scris. Cele zece puncte principale sau factori trebuie examinaţi în orice operaţii sunt, în ordinea enumerării lor, următorii:

1 – Scopul operaţiei; 2 – Structura operaţiei (proiectul produsului); 3 – analiza procesului; 4 – Condiţii de inspecţie; 5 – Materiale; 6 – Mânuirea materialelor; 7 – Amenajarea locului de muncă: pregătirea, scule şi echipamente; 8 – Posibilităţi obişnuite de îmbunătăţire a muncii; 9 – condiţii de lucru; 10 – metode.

Factorii enumeraţi, mai sus, sunt interdependenţi, modificarea unui provocând modificarea altuia sau chiar mai multor factori. Enumerarea de mai sus dă totuşi o indicaţie generală asupra modului în care trebuie să decurgă o analiză.

Pentru a simplifica lucrurile de analiză a valorii, s-au elaborat formulare cunoscute sub numele de ***fişe pentru analiză pe operaţii***. În toate cazurile în care aceste formulare au fost utilizate, numărul propunerilor de ameliorare a categoriilor de activităţi a crescut. Un tip de formular de analiză pe operaţii se prezintă în tabelul 3.4.

Formularul este tot atât de util indiferent dacă analiza este mintală sau scrisă. Analiza mintală, în care formularul joacă rolul unui ghid, este mai rapidă, dar este mai puţin satisfăcătoare decât analiza scrisă. La o analiză mintală, rareori se iau note şi chiar în cazul în care se iau astfel de note, ele nu sunt nici sistematice, nici complete. Această lipsă de note scrise constituie o greutate în cazul în care ulterior se hotărăşte o modificare a tipului de studiu necesar, caz în care analiza va trebui repetată. Totuşi, analizele mintale efectuate sistematic şi bazate pe formular, care are o valoare orientativă, vor duce la bune rezultate în cazul lucrărilor pentru care se cere o atenţie redusă şi nu este economic să se întreprindă un studiu mai elaborat.

O analiză scrisă, făcută pe baza fişei de analiză pe operaţii, are mai multe avantaje evidente. Există mai multe şanse ca o analiză să fie făcută în mod îngrijit. Faptul că răspunsul la fiecare întrebare trebuie trecut în scris va asigura o examinare atentă a fiecărui factor. Informaţiile care se strâng cu ocazia pregătirii unei analize scrise vor susţine propunerile făcute pentru ameliorarea activităţilor de producţie sau de birou sau a oricărei categorii de activităţi supusă analizei.

Scanned with OKEN Scanner

Formularul de analiză serveşte drept ghid pentru o analiză sistemică a operaţiilor. El conduce analistul prin multitudinea de factori care trebuie luaţi în consideraţie astfel încât să nu piardă din vedere nici unul.

Tabelul 3.5

Fişă pentru analiza activităţilor de birou

Data _____ Serv. _____ Operaţia _____ Operatorul _____

Determină şi descrie:	Detaliile analizei:
1. Scopul operaţiei	De ce se execută operaţia ? Scopul poate fi realizat mai bine altfel ?
2. Completează lista tuturor operaţiilor efectu-ate conform metodei	Operaţia care se analizează poate fi eliminată ? sau combinată cu o alta ? Secvenţierea operaţiilor este cea optimă ? Operaţia ar trebui efectuată de alt serviciu pentru a se economisi timp sau mânuiri ?
3. Condiţii de calitate	Sunt necesare verificări contabile sau alte condiţii de amănunt ? Sunt prea severe ? Sunt corespunzătoare scopului ?
4. Costul materialelor	Se va examina dimensiunea, condiţia, costul şi avantajele standardizării. Ar trebui să se elaboreze formulare ? Formularele existente sunt cele corespunzătoare pentru înregistrarea datelor ? Se folosesc uşor ?
5. Transmisia informaţii-lor	Se vor examina mijloacele de transmitere a datelor: sunt ele corespunzătoare ? există întoarceri înapoi excesive ? Munca nu este executată de persoane cu calificare prea ridicată ? S-ar putea introduce – cu rezultate eficiente – un sistem de transport ?
6. Dispoziţia locului de muncă (dacă este nece-sar, descrierea va fi · înso-ţită de schiţe)	Dispoziţia locului de muncă poate fi ameliorată ? Distanţele pot fi scurtate ? Echipamentul: operaţiile manuale pot fi mecanizate ? Echipamentul tehnologic este corespunzător ? este folosit la modul cel mai eficient ? Maşini de scris: alte maşini de birou; sertare şi dulapuri de arhivă; echipament de reproducere şi multiplicare – sunt adecvate lucrărilor de efectuat ? sunt folosite corespunzător ?

Scanned with OKEN Scanner

7. Se vor examina următoarele posibilități: - Se vor compara metodele, dacă la aceeaşi operație lucrează mai mulți funcționari ; - Se vor redistribui sarcinile – pentru a generaliza încărcarea sarcinilor: pentru a face față sarcinilor de vârf, pentru o folosire mai bună a calificării personalului; - Se vor folosi formulare detaşabile; - Se vor reexamina formularele existente pentru a se vedea dacă nu pot servi la alte scopuri; - Se vor lua măsuri pentru folosirea ambelor mâini; - Se va face uz de ameliorările realizate la alte operații; -Se vor folosi ştampile, maşini de capsat, echipament simplu.	Acțiuni recomandate:
8. Condiții de muncă	Lumina; căldura; ventilația; guri de apă potabilă; spălătoare; protecția muncii; probabilitatea întârzierilor.
9. Metoda	Amenajarea locului de muncă: poziția echipamentului, a materialelor, a hârtiilor ce sosesc sau vor fi expediate. Poziția de lucru – dacă este ergonomică ?
Observator _____ Aprobat de _____	

Analiza propriu-zisă are loc în mintea analistului. El examinează fiecare problemă pe măsură ce aceasta i se pune, strânge toate faptele cunoscute şi le combină după cunoştințele pe care le are, în mai multe variante. În felul acesta, el ajunge la propunerile de ameliorare pe care trebuie să le facă. Natura şi domeniul acestor propuneri depinde de cunoştințele pe care le are analistul în domeniul noilor materiale, scule, echipamente şi tehnici de fabricație. Metoda sistemică pe care o aplică urmând cele indicate pe formularul de analiză îl va ajuta însă să obțină rezultate maxime. Când întreprinde o analiză, analistul trebuie să înregistreze toate faptele şi ideile de ameliorare pe măsură ce acestea survin în timp. Formularul trebuie să cuprindă suficiente amănunte pentru a înregistra cu fidelitate condițiile existente în momentul în care se efectuează analiza şi pentru a sugera orice ameliorare. Toate descrierile trebuie înregistrate clar şi concis.

În titulatura formularului de analiză pe operații se prevede un spațiu suficient pentru înregistrarea tuturor informațiilor necesare identificării muncii sau categoriei de lucrări. În tabelul 3.4 se indică întrebările de principiu ce trebuie puse de analist (formularul de analiză pe operații).

Scopul operației. Deşi majoritatea operațiilor sunt determinate în mod corespunzător în momentul în care o muncă se efectuează pentru prima dată, modificările de proiect sau de materiale pot face ca o operație să devină incorectă sau chiar inutilă. În industrie şi în economie, ca şi în alte domenii de activitate, nimic nu rămâne constant prea mult timp. Ca urmare, micile modificări aduse

Scanned with OKEN Scanner

proceselor precedente sau ulterioare analizei pot influența eficacitatea sau necesitatea unei operații. Într-adevăr, aplicarea procedeului de analiză a mecanismului funcționării unor procese tehnologice a dat la iveală un număr surprinzător de operații inutile, după un studiu mai amănunțit a scopului acestora.

Structura elementară (proiectul). Deşi persoana care efectuează analiza este rareori un proiectant, el trebuie să examineze, mai întâi, proiectul şi apoi să treacă la alte puncte ale analizei. De multe ori inginerul proiectant nu are timpul necesar pentru a reexamina proiectul după ce s-a luat hotărârea de fabricație. De aceea, persoana care întreprinde analiza trebuie să verifice dacă proiectul este corect şi dacă este conform cerințelor. Examinarea acestui punct poate elimina o seamă de detalii costisitoare pe care le specifică inițial proiectul. Multe caracteristici inutile prevăzute în proiect pot fi eliminate, ceea ce duce la mari economii numai datorită proiectului produsului adus la un optim economic.

Analiza procesului. Nici o operație nu poate fi studiată în mod izolat. Ea trebuie considerată ca făcând parte dintr-un proces unitar. Efectele pe care le postulează o modificare oarecare trebuie considerate prin prisma procesului respectiv. Numai în felul acesta analistul poate fi sigur că ameliorările propuse vor da rezultate. Reexaminând cu grijă toate operațiile efectuate unei piese, analistul poate determina dacă operația ce se studiază poate fi terminată, combinată cu altele sau executată în timpul morții ai unei alte operații.

Datorită dezvoltării rapide de noi procese şi tehnici, analistul trebuie să țină pasul cu ultimele realizări în domeniul studiului. Fiind la curent cu aceste informații, el va putea recomanda modificările care vor duce în acelaşi timp la îmbunătățirea calității şi la reducerea costurilor, prin îmbunătățirea sau eliminarea operațiilor învechite sau inutile.

Condiții de control. Condițiile calitative stabilite de un proiectant sau de inițiatorul unui proces joacă un rol important în alegerea operațiilor şi metodelor ce trebuie folosite.

Aplicând procedeul analizei pe operații, analistul va determina dacă condițiile calitative sunt corespunzătoare cu utilizarea care urmează să o aibă produsul finit. După ce a determinat dacă aceste condiții sunt corespunzătoare scopului, el va putea apoi determina dacă operația care se studiază va duce la un rezultat care să fie satisfăcător din punct de vedere economic. În felul acesta, el va putea fi sigur că întreprinderea nu plăteşte bani pentru utilaje inutile şi că condițiile stabilite în mod corespunzător sunt respectate şi aplicate în mod uniform.

Materialele. Costul materialelor reprezintă o parte importantă a costului total al oricărei categorii de activități. De obicei, felul materialelor din care sunt fabricate piesele este determinat de rolul funcțional al acestora în produsul din structura căruia fac parte şi

Scanned with OKEN Scanner

de condiţiile de solicitare la care trebuie să reziste. Se întâmplă însă cazuri când, cu timpul, materialele specificate de proiectant sau de ce-l ce a iniţiat un proces nu mai sunt corespunzătoare. De aceea, examinarea materialelor în cadrul unei analize pe operaţii poate avea uneori ca rezultat economii importante. Analistul trebuie să fie familiarizat cu ultimele realizări în domeniul materialelor, astfel încât să-şi poată da seama de situaţia în care un material specificat în mod curent nu mai este cel optim pentru operaţia respectivă. În timpul studiului său, analistul trebuie să examineze dimensiunea, aplicabilitatea şi condiţia materialelor existente, precum şi posibilitatea înlocuirii lor. El trebuie, de asemenea, să ţină seama de folosirea furniturilor legate de operaţia pe care o studiază.

Mânuirea materialelor. Fluxul de materiale într-o unitate de producţie sau comercială se realizează, de obicei, printr-o serie de transporturi separate. Aceste transporturi pot fi dirijate către, ori de la depozite, sau către locurile de muncă. Prin studiul atent al necesităţii de transport al materialelor, deseori, analistul poate reduce, în mare măsură, acest cost foarte important.

Amenajarea locului de muncă, pregătire, scule şi echipament. Amenajarea locului de muncă prevăzut pentru un operator determină mişcările pe care acesta trebuie să le facă în timpul executării muncii.

Posibilităţi obişnuite de îmbunătăţire a muncii. Atunci când se întreprinde o analiză pe operaţii există anumiţi factori a căror studiere este deosebit de eficace pentru ameliorarea aproape a oricărui tip de operaţie. Aceşti factori care se bazează pe principiul economiei mişcărilor, sunt consideraţi drept posibilităţi obişnuite de îmbunătăţire a muncii. Ei implică examinarea unei serii de dispozitive cum ar fi: planuri înclinate pentru livrări, ejectoare, cleme cu acţiune rapidă şi mecanisme acţionate de picior. Aceşti factori mai ghidează analistul şi în altă problemă şi anume confortul operatorului şi modelul de mişcări pe care trebuie să le efectueze în timpul unei mişcări sau operaţii. Deşi aceşti factori pot fi eventual luaţi în consideraţie la examinarea altor funcţii, care fac parte din analiza primară, examinarea lor atentă a dus la ameliorări atât de importante încât ei sunt enumeraţi separat în formularul de analiză pe operaţii.

Condiţii de muncă. Deşi se acordă o mare atenţie mişcărilor pe care trebuie să le execute lucrătorul precum şi condiţiile cerute pentru ca un proces să fie eficace, mediul înconjurător în care se execută activitatea considerată joacă şi el un rol important în menţinerea confortului şi eficacităţii muncitorului. O căldură sau o iluminaţie exagerată, o ventilaţie necorespunzătoare sau elemente care periclitează securitatea muncii pot duce la oboseală sau la o solicitare nervoasă inutilă a operatorului. Aceşti factori au o influenţă directă asupra productivităţii. Pentru a lucra cu maximum de eficacitate, un operator trebuie să dispună de condiţiile optime de4

Scanned with OKEN Scanner

mediu. De aceea, atunci când efectuează o analiză pe operații, analistul trebuie să examineze efectul pe care îl au factorii mediului înconjurător asupra confortului, securității şi sentimentului de bună stare a operatorului.

Metoda. Deşi pare un lucru neobişnuit ca metoda să fie ultima problemă care se examinează, atunci când se întreprinde o analiză pe operații, fiecare dintre punctele precedente din analiza primară influențează direct etapa finală, care este stabilirea metodei optime.

Când se examinează metoda, analistul trebuie mai întâi să examineze cu grijă metoda prezentă pentru a-i găsi punctele slabe. În acest examen pe care îl face, fiecare din cele zece puncte menționate la analiza primară îi vor fi de ajutor. După ce a terminat analiza amănunțită a metodei actuale, el începe să elaboreze metoda ameliorată. Pe formularul de analiză se rezervă spațiul necesar descrierii atât a metodei inițiale, cât şi a metodei ameliorate.

Analiza mecanismului activității de birou. Cu toate că analiza pe operații se ocupă de cele mai multe ori de operațiile de fabricație, principiile sale se pot aplica cu eficacitate şi la lucrările de birou. Deşi punctele asupra cărora se opreşte analiza primară diferă întrucâtva de analiza pe operații, altfel cum aceasta se aplică operațiilor de fabricație, principiile rămân aceleaşi. Formularul pentru analiza operațiilor de birou este prezentat în tabelul 3.7. El asigură o analiză scrisă, sistematică a operațiilor de birou, în cazurile în care nivelul activității justifică o astfel de analiză scrisă.

Ocaziile de ameliorare a operațiilor este nelimitată. Metoda de analiză pe operații constituie un instrument de care are în permanență nevoie orice unitate economică.

Scanned with OKEN Scanner

CAP. 4. VALOAREA DE ÎNTREBUINȚARE ŞI VALOAREA ESTETICA PRODUSELOR

4.1. Conceptul de valoare de întrebuințare

Analiza valorii presupune, aşa cum s-a menționat anterior, analiza termenilor din relațiile (1.1) şi (1.2), pentru a stabili căile de creştere a numărătorului şi de reducere a numitorului relațiilor respective. Creşterea numărătorului presupune, în principal, creşterea valorii de întrebuințare sau utilității produselor supuse analizei valorii, prin asigurarea unor nivele superioare funcțiunilor acestuia.

Dar ce este valoarea de întrebuințare ? ***Valoarea de întrebuințare este o evaluare subiectivă a satisfacției pe care o procură, direct sau indirect, deținerea unui bun şi utilizarea sa. Această estimare este făcută, la un moment dat, într-un context social precis.***

De ce subiectivă ? Întrucât valoarea de întrebuințare apare ca o proprietate (însuşire, caracteristică) a obiectelor dar nu le este intrinsecă. Valoarea de întrebuințare a unui palton depinde de caracteristicile sale fizice (este călduros, impermeabil etc.), dar şi de datele subiective (este apreciată într-un anumit anotimp şi într-un anumit loc al globului), în funcție de clima specifică.

De ce într-un context social precis ? O femeie, muncitoare, îmbrăcată la serviciu cu un mantou confecționat din blănuri foarte rare, poate da naştere la diferite remarci dezagreabile, chiar dacă ea consideră acel mantou pe gustul ei. De aceea prin context social precis se va înțelege în funcție de loc, modă, indivizi etc.

Pentru neoclasici, valoarea de întrebuințare corespunde utilității obținute de individ de la un obiect apreciată prin intermediul valorii de utilizare a obiectului considerat. Utilitatea desemnează proprietatea pe care o are un obiect de a produce o satisfacție. Satisfacția poate fi directă (bunuri de consum) sau indirectă (bunuri de producție). Trebuie subliniat faptul că termenul utilitate nu trimite neapărat la noțiunea de nevoie, ci doar la aceea de plăcere. În acest nou context, de a produce plăcere, valoarea de utilizare a unui produs este o măsură a avuției şi bunăstării reale. Ca atare se poate spune că valoarea de întrebuințare, în termeni economici tradiționali, este în final inclusă şi absorbită în mecanismul care determină valoarea de schimb (adăugată). În economia modernă, a serviciilor, valoarea de utilizare este utilitatea obținută de pe urma unui stoc de produse sau servicii, pe parcursul perioadei sau duratei ciclului lor de viață, indiferent de destinația lor şi indiferent dacă sunt plătite sau nu. Spre exemplu, un automobil care poate parcurge 200 000 km în cursul ciclului său de viață are o valoare de utilizare dublă față de un

Scanned with OKEN Scanner

automobil care poate parcurge numai 100 000 km. Munca casnică a gospodinei are o valoare de utilizare chiar dacă aceasta nu este plătită. Apa dintr-un lac poluat are o valoare de utilizare negativă pentru băut sau pentru înot. Operele de artă sau de literatură au o valoare de utilizare culturală sau educațională mare în sine (alături de valoarea de utilizare a hârtiei sau a altor suporturi care transmit mesajul lor), chiar dacă autorul nu mai beneficiază de redevențe.

Rămânând la termenii economici tradiționali, care includ valoarea de întrebuințare în mecanismul formării valorii de schimb, trebuie să menționăm costurile reale pe care le incumbă valoarea de întrebuințare pentru determinarea valorii de schimb a bunurilor materiale. Astfel, în cazul unui automobil se include: costurile inerente producției; costurile utilizările (taxe plătite pentru infrastructura de drumuri etc.; benzină, ulei etc.); costuri de întreținere, inclusiv costul garajului; costurile de reparații şi asigurarea; costurile determinate de deşeuri şi reciclare. Desigur, într-un sens strict, ar trebui luate în considerare, de asemenea, costurile pe care le incumbă accidentele, poluarea, uzura drumurilor, efectele asupra sănătății, precum şi variațiile acestora pe parcursul ciclului de viață al stocului de produse sau de servicii. Trebuie să menționăm că aceste costuri contribuie la formarea satisfacției beneficiarului, prin funcțiunile pe care l le dă bunul respectiv. În cazul automobilului: capacitate de transport, gradul de confort, climatizare, automatizare a comenzilor etc. Se repartizează costurile totale pe funcțiuni şi nu pe elemente constitutive. Elementele constitutive intervin deci prin intermediul funcțiunilor îndeplinite de bunul respectiv.

4.2. Definirea funcțiunilor produselor sau activităților supuse analizei valorii

Faza de creație a planului de analiza valorii este definită în mod laconic de însuşi titlul ei, dar faza de analiză şi evaluare merită o examinare amănunțită pentru două motive: 1 – cheia de boltă a analizei valorii este tocmai funcția produsului, care constituie o parte principală a fazei de analiză; 2 – deoarece faza de evaluare, în cazul acestui plan de acțiune, cuprinde metoda Combinex, metodă ce se poate dovedi de o utilitate deosebită şi alte acțiuni de analiză economică a unor activități productive sau servicii.

Pentru a răspunde corect la prima motivație – de definire a funcțiilor – este necesar, mai întâi, să se formuleze corect întrebările: Ce este ? Ce face ?

Ce funcție îndeplineşte ? Aceasta este întrebarea pe care şeful unui colectiv de analiza valorii trebui să şi-o pună când examinează un produs sau o activitate oarecare. Şi, în continuare, îşi mai pune întrebările: Aceasta este funcția lui principală ? Are şi funcții secundare ? Care sunt ? Prin aceste întrebări el îşi eliberează mintea

Scanned with OKEN Scanner

de limitele statice de structură şi poate astfel examina dinamica utilității.

Din punctul de vedere al comportării față de un scop dat, cuvântul funcție este legat de noțiunile de direcție şi utilizare finală, şi nu trebuie să se piardă din vedere faptul că utilizarea finală acoperă întreg domeniul clientului. Într-adevăr, acesta este interesat de calitățile pe care produsul le are din punctul său de vedere, în conformitate cu propriile sale etaloane de apreciere. Satisfacerea clientului este scopul final al tuturor produselor industriale într-o economie de piață, pentru a putea fi competitive. Clientul poate fi satisfăcut fie din punctul de vedere al utilității finale, fie din punctul de vedere al considerației, fie din ambele puncte de vedere.

Dacă un client doreşte un obiect frumos, cu o estetică deosebită, este dispus să plătească pentru acest lucru şi dacă doreşte această frumusețe în culori vii, aceasta este ceea ce un producător trebuie să-l ofere.

Principiul utilității impune două sarcini:

1. Stabilirea exactă a dorinței clientului în legătură cu utilitatea produsului din punctul său de vedere;

2. Proiectarea, fabricarea sau achiziționarea unui produs care să satisfacă dorințele sale proporțional cu importanța respectivă pe care clientul o atribuie fiecărei dorințe (ierarhizarea calităților).

Indiferent cine este clientul, produsul trebuie să valoreze pentru el mai mult decât îl plăteşte, deoarece, în caz contrar, clientul nu ar mai avea nici un motiv să facă acest schimb. În consecință, pe lângă faptul că furnizorul oferă clientului contravaloarea banilor pe care acesta îl plăteşte, clientul trebuie primească în plus o compensație pentru riscul şi efortul legat de acțiunea de cumpărare. De obicei, această compensație este oferită de o bună reputație, de o livrare la timp şi de un serviciu de bună calitate, indiferent dacă acestea se oferă peste sau sub prețurile de vânzare. În felul acesta, prețul de vânzare rămâne măsura minimă sau limita inferioară a ceea ce funcția însăşi valorează pentru client. În consecință, clientul trebuie să capete această utilitate la costul minim.

Dar nu este suficient ca clientul să fie compensat din punct de vedere al riscului şi efortului de cumpărare şi să plătească o valoare echitabilă pentru utilitate. Pentru ca un produs să fie competitiv funcția lui trebuie îmbunătățită, prețul de vânzare redus sau trebuie îmbunătățit modul în care se efectuează funcția.

Definirea funcției. Dacă se ia o idee complexă şi se condensează în două cuvinte, de pildă un verb şi un substantiv, se pierde informația. Dacă facem acest lucru în mod deliberat, atunci trebuie să hotărâm ce informație suntem dispuşi să pierdem. Rămânem în felul acesta cu aspectul semnificativ al scopului produsului şi anumite funcția principală (primordială), tabelul 4.1.

Scanned with OKEN Scanner

Ce este ? Deseori răspunsul la această întrebare îl face pe specialistul în analiza valorii să-şi schimbe complet părerile pe care şi le-a formulat despre obiectul supus analizei, produs material sau activitate service, deşi după munca de colectare a datelor ar fi de aşteptat să se ştie răspunsul la această întrebare.

Desigur, el ştie denumirea activităţii de către cel care a efectuat planul de desfăşurare a ei însă el se întreabă: este aceasta o descriere corectă şi precisă din punctul de vedere al analizei valorii ? În cazul produselor denumirea acestora dată de proiectant este asociată de funcţionalitatea lor, cum ar fi spre exemplu următoarele articole bine cunoscute: robinet de apă, cuţit, cană de lapte, scaun etc.

Dar, în general, în domeniul tehnic este surprinzător cât de multe denumiri ne pot induce în eroare prin interpretarea greşită a funcţiunii produsului. Se va considera, spre exemplu, cuvântul înveliş; în industria construcţiilor civile – acoperiş, cupolă, tavan, acoperiş de stuf, de ţiglă, de olane, de şindrilă, de ardezie etc.; în medicină – bandaj, ghips, fibră subţire, banderolă, blocaj; în gospodărie – cuvertură, învelitoare, cearceaf, cergă, plapumă, pătură, pled, covoraş, linoleum etc.; în industria prelucrătoare – peliculă, armură, placare, scut, pneu, capsulă etc.

Tabelul 4.1

Definirea funcţiei

Sistemul, ansamblul, piesa sau procesul	Ce funcţie are ?		Grade				Cost calculat
	Verb	Subs-tantiv	Primul	Al doilea	Al treilea	Al patrulea	

Observaţie. O definiţie are scopuri diferite, în funcţie de situaţie. Scopul urmărit aici este de a scoate în evidenţă aspectele cele mai importante ale funcţiilor, prin reducerea conceptului la un verb şi la un substantiv. Funcţia primordială se verifică în prima coloană sub titlul "Grade"; funcţiile mai puţin importante, în celelalte coloane. Coloana "Cost" va servi, mai târziu, pentru a stabili dacă costul este proporţional cu gradul de importanţă

Un mare număr dintre aceste substantive lasă impresia că funcţiile realizate reprezintă ceva mai mult decât simpla asigurare a unei acoperiri şi adesea analistul potenţial nu reuşeşte să perceapă utilizarea reală a articolului considerat.

Specialistul în analiza valorii trebuie să descrie produsele şi activităţile în modul cel mai simplu şi mai revelator, fără a indica cum este realizat acest scop.

Ce face ? Găsirea răspunsului la această întrebare, aparent uşoară, reprezintă procedeul sau tehnica cheie în analiza valorii.

Scanned with OKEN Scanner

Este denumit "cheie" deoarece deschide calea unui mod unic de a privi lucrurile şi oferă motivaţia de a găsi alte moduri de a realiza aceeaşi funcţionalitate. Aceste indicaţii şi găsirea altei denumiri (dacă este necesar) furnizează elemente utile şi obiectivele acestei etape de analiză a valorii şi anume de a evidenţia funcţiunile produsului. Cu alte cuvinte, cel care face investigaţii în analiza valorii se axează pe ideea de a arăta funcţiunea produsului sau activităţii şi nu ceea ce este.

Răspunzând la întrebarea pusă, specialistul care se ocupă de analiza valorii specifică funcţiile pe care le îndeplineşte o piesă, un produs şi apoi începe să le clasifice ca fiind fundamentale sau principale şi secundare . Definiţiile termenilor referitori la funcţii ar fi următoarele.

Funcţia *este un rezultat al proprietăţilor capabile de a satisface o necesitate sau de a se vinde.*

Această definiţie simplă este la un nivel ridicat de abstractizare, compatibil cu activitatea productivă a unei unităţi economice. Să considerăm spre exemplu funcţia unui furtun utilizat pentru evacuarea apei folosite dintr-o maşină de spălat. Dacă activitatea se desfăşoară într-un sector productiv de furtunuri, se poate numi această funcţie "transferul apei". Dacă se ridică această funcţie la un nivel mai ridicat de abstractizare se poate denumi "eliminarea apei" şi se poate recomanda ca spălătorul de haine să fie racordat direct la canal. Dar, dacă ne situăm la nivelul de constructori de furtunuri de oprim la nivelul de abstractizare de "transferul apei".

Pentru a ridica nivelul de abstractizare trebuie pusă întrebarea: De ce ? Pentru a coborî nivelul de abstractizare se pune întrebarea: Cum ?

1. Funcţii principale sau fundamentale *sunt funcţiile care motivează conceperea produsului*, de exemplu: un radiator electric emite energie termică; un aragaz de asemenea; un fotoliu suportă o anumită greutate; un instrument muzical emite sunete; un ax transmite un efect de torsiune etc.

2. Funcţiile secundare *sunt funcţiile pe care*, de asemenea, *le efectuează un produs dar care sunt subordonate funcţiilor principale*, care, dacă ar fi eliminate, nu ar împiedica îndeplinirea funcţiilor principale. De exemplu, o etichetă cu denumirea produsului furnizează informaţii; efectul flăcării care pâlpâie la unele radiatoare electrice măreşte atractivitatea prin simulare; roţile unui fotoliu oferă avantajul reducerii frecărilor când este deplasat; cutia în care este ţinut un instrument muzical oferă o protecţie corespunzătoare acestuia etc.

3. Funcţii inutile *sunt acele funcţii existente la unele produse dar care nu-l sporesc valoarea de întrebuinţare, valoarea estetică sau valoarea de schimb*. De exemplu căldura generată de o lampă electrică cu incandescenţă, căldura degajată de aparatele electrice prin efectul curenţilor Foucault etc. Această definiţie indică şi sursele unor costuri nejustificate, pentru consum de energie etc.

Scanned with OKEN Scanner

4.3. Specificarea funcțiilor

Când se analizează funcțiile apar probleme datorate dificultăților de a se deosebi diferențelor dintre funcții şi necesitate şi, într-o măsură mai mică, dintre acestea şi metodă. Funcția a fost definită ca fiind ceea ce realizează produsul şi, în mod logic, rezultă că acest lucru are drept scop satisfacerea unei necesități. Felul în care se realizează această necesitate este metoda. De exemplu, există un aparat de uz casnic, bine cunoscut, care interesează, pe scurt, acest concept.

Necesitate: - prepară mâncare (pâine prăjită)

Funcția: - încălzeşte material (pâinea)

Metoda: - prăjire electrică

Metoda este adesea prezentată ca "soluția de proiectare" şi la multe produse specificațiile pot conduce la utilizarea obligatorie a unei anumite metode. Astfel, dacă în exemplul de mai sus, prin specificație se cerea prăjirea pâinii cu ajutorul curentului electric, o variantă care ar utiliza alte surse de generare de căldură, în afară de energia electrică. Se observă aşadar destul de clar că activitatea de specificare a funcțiilor este condiționată de exprimarea lor în mod simplu şi concis. Astfel, ar fi incorect să exprimăm funcția unui fotoliu ca "ceva pe care stăm şi ne odihnim". În termenii analizei valorii principala sa funcție se enunță sub forma "suportă greutate". Fiind concisă, analiza valorii a concentrat descrierea obişnuită a unei funcții la o formă mai simplă utilizând pentru aceasta numai două cuvinte – un verb şi un substantiv. Utilizarea acestei practici are două avantaje destul de distincte:

1. Funcția se exprimă sub formă deosebit de simplă astfel încât verbul să arate acțiunea specifică care este îndeplinită, iar obiectul unei astfel de acțiuni se referă la substantiv. Limitând descrierea funcției la această definiție simplă se elimină celelalte cuvinte ajutătoare care au tendința să distragă de la o înțelegere corespunzătoare a funcției. În acest fel definirea clară a funcției deschide calea către cea de a doua fază a analizei valorii care constă din căutarea de variante de soluții pentru această funcție.

2. Stimulează întrebări sistematice pentru o corectă definire a funcției. Spre exemplu, funcția "transportă greutate" realizată de automobilul familiei generează întrebări ca: ce greutate ? cât de departe ? cât de repede ? de ce ?

Răspunsurile la aceste întrebări lămuresc eventualele confuzii sau idei preconceput şi duc la cele din urmă la o corectă evaluare şi identificare a categoriei din care face parte funcția respectivă şi anume: funcția principală, secundară sau inutilă.

Scanned with OKEN Scanner

Una din condiţiile de bază care trebuie respectată când se face descriere funcţiilor printr-un substantiv este să se evite particularizarea. Termenii vor fi aleşi în aşa fel încât să descrie funcţiile îndeplinite sub forma cea mai principală, dar în mod corect. Se va considera spre exemplu un perforator.

În mod normal descrierea întrebuinţării acestui obiect ar putea fi "să realizeze o perforare". Verbul "a perfora" conduce cu gândul la tehnica perforării, făcând deosebit de dificilă imaginea altor moduri în care acest obiect şi-ar putea îndeplini funcţia.

Dacă se utilizează expresia "a produce găuri", aceasta sugerează mai multe moduri de producere a găurilor, ca de exemplu ştanţarea, găurirea prin scânteie, prin forjare, burghiere, turnare etc.

În definiţia funcţiei s-a menţionat faptul că aceasta face ca un obiect să satisfacă o necesitate sau să se vândă. Apare necesitatea presesizării funcţiilor "de lucru" sau "de întrebuinţări" şi a celor "de vânzare", fără a le confunda însă cu terminologia adoptată pentru categoriile valori şi anume valoarea de întrebuinţare, estetică, de schimb şi de cost. Cu toate că majoritatea cercetătorilor analizei valorii se referă în special la valorile de întrebuinţare şi de cost produse de către funcţiile de întrebuinţare este foarte important să se ţină seama de obiecte de folosinţă zilnică au atât funcţii principale de întrebuinţare cât şi funcţii de vânzare sau de prezentare. Aparatele casnice, de exemplu, se vând destul de greu când nu sunt concepute astfel încât să fie atrăgătoare. La fel, în alegerea unui automobil o familie va ţine seama atât de aspectul interior cât şi de performanţe; aproape nici odată alegerea nu se va baza doar pe unul din cele două elemente. În afara de aceasta, funcţiile de întrebuinţare ar putea fi exprimate prin substantive cuantificate, ca de pildă: de a produce un cuplu de torsiune, de a susţine o greutate, de a amplifica sunetul etc., în timp ce funcţiile de vânzare se exprimă prin substantive nemăsurabile, de exemplu îmbunătăţirea aspectului exterior.

În procesul de analiză a valorilor produselor, analiza constructiv-funcţională ocupă un loc important. Această analiză vizează următoarele obiective:

1. Analiza constructiv-funcţională pentru creşterea capacităţii, calităţii sau numărul funcţiunilor din dotarea produsului.
2. Simplificarea formelor constructiv-funcţionale ale elementelor constitutive, pentru creşterea tehnologicităţii produselor, în vederea reducerii costurilor de fabricaţie a lor.
3. Creşterea valorii estetice a produselor prin corelaţia corectă a aspectelor estetice cu îndeplinirea corectă a funcţiilor prescrise şi creşterea tehnologicităţii elementelor constructive.

Scanned with OKEN Scanner

4.4. Analiza constructiv-funcțională a produselor pentru creşterea valorii de întrebuințare a lor

La analiza constructiv-funcțională, vizând creşterea capacității, calității sau numărului funcțiunilor din dotarea produsului se parcurg, metodologic, următoarele etape principale:

a. ***Identificarea, compararea şi alegerea soluțiilor pentru modernizarea funcțională a produselor***. În această fază se identifică diferitelor soluții posibile de modernizare a produsului, ținându-se seama, de tehnicile care oferă cele mai bune perspective de soluționare a problemelor respective, față indicatorii de eficiență stabiliți pe parcursul analizei anchetei de comportament în exploatare a produsului de referință. Soluțiilor de modernizare aplicabile sunt tocmai acelea care asigură realizarea sau îmbunătățirea valorii indicatorilor de eficiență ai produsului, precizați prin specificațiile funcționale şi care nu conduc la cheltuieli mai mari decât resursele băneşti disponibile.

b. ***Elaborarea modelului produsului***. Pentru a analiza comportarea produsului uneori se construieşte un model al produsului real.

c. ***Analiza sensibilității***. Aceasta urmăreşte punerea în evidență a acelor parametri ai produsului care îi influențează considerabil eficiența, precum şi a acelor față de variația cărora sistemul este mai puțin sensibil; se realizează prin folosirea modelului.

d. ***Analiza compatibilității***. În cadrul acesteia se determină gradul de compatibilitate dintre subansamble, mai ales dacă modernizarea se face pe calea adăugirii de noi subansamble.

e. ***Analiza stabilității***. Produsul se analizează şi ceea ce priveşte capacitatea lui de a-şi păstra caracteristicile sub efectul unor perturbații. În fond, ceea ce se doreşte este ca produsul să se întoarcă la condițiile lui de echilibru după un interval de timp acceptabil de la apariția perturbației.

f. ***Optimizarea***. În această fază, prin compararea diferitelor posibilități de combinare a soluțiilor constructiv-funcționale, este pusă în evidență soluția aplicabilă care asigură încadrarea în funcție de obiectiv. Funcția obiectiv se defineşte ținând seama de ponderea diferiților indicatori de eficiență în ansamblul interdependențelor de care depinde atingerea obiectivelor produsului.

g. ***Proiecțiile de viitor***. Soluția finală trebuie verificată în ce priveşte perspectivele de a-şi menține utilitatea pe viitor, ținând seama de influențele pe care le pot avea modificările ambianței şi înnoirile tehnologice previzibile. Ca exemple de asemenea factori de ambianță se pot da: dinamica populației şi a dezvoltării economice, modificările în necesitățile şi preferințele consumatorilor. Schimbările cantitative ale unor asemenea factori pot influența radical utilitatea sistemului în viitor. De

Scanned with OKEN Scanner

exemplu, înnoirile tehnologice pot conduce la uzura morală a soluției de modernizare chiar în momentul când produsul ajunge în stadiul de folosire practică. De aceea, la alegerea soluției de proiectare trebuie să se țină seama şi de perspectiva uzurii morale ca urmare a schimbării de ambianță sau de tehnologie, posibile în viitorul apropiat. În acest sens este necesar să se analizeze comportarea posibilă a produsului sub efectul diverselor modificări previzibile în ce priveşte condițiile de ansamblu în care va fi folosit.

Verificarea concepției de proiectare a soluțiilor constructiv-funcționale. Pentru a crea fondul de argumente care să asigure temeinicia acceptării sau respingerii diferitelor soluții de proiectare virtual posibile se foloseşte, de obicei, un model sau un prototip care se supune fie încercărilor de laborator, fie încercărilor în anduranță. Simularea pe calculator a unora din răspunsurile soluțiile constructiv-funcționale la solicitărilor produsului este o metodă ce se răspândeşte din ce în ce mai mult timp.

Simplificarea soluțiilor. Diverse soluții de proiectare posibile se examinează între altele şi cu scopul de a reduce complexitatea produsului prin eliminarea condițiilor care au efect minor asupra eficienței lui, dar îi sporesc substanțial complexitatea şi costul.

Iterațiile. Fazele detaliilor analizelor constructiv-funcționale nu se desfăşoară practic în ordinea simplă şi direct enunțată mai sus, ci prin numeroase reveniri asupra diferitelor etape, dat fiind că soluțiile şi amănuntele acestora nu se conturează dintr-odată, ci progresiv şi în strânsă interdependență. Este adevărat că unele etape se desfăşoară în paralel, dar aceasta implică şi paralelismul refacerii etapelor precedente pe măsura conturării modalității de îmbunătățire a soluțiilor constructiv-funcționale.

4.5. Analiza constructiv-funcțională a produselor pentru creşterea tehnologicității de fabricație a lor

Caracteristica de bază a proceselor de fabricație (sau de producție) o constituie transformarea, adică aducerea materiei prime la forma finală a produsului ca bun social. În general aceste transformări pot efectua o schimbare chimică, pot modifica configurația de bază sau forma, pot adăuga sau extrage părți dintr-un ansamblu, pot schimba locul ocupat de obiectul muncii – ca in operațiile de transport, pot produce sau modifica informații – ca în operațiile administrative sau pot supraveghea calitatea oricărui alt proces – ca în operațiile de control.

Procese chimice. Procesele chimice se produc în industriile petrolului, a maselor plastice, a obținerii aliajelor feroase şi neferoase etc. Evident, este imposibil ca în prezentul manual să se generalizeze pe scurt natura şi domeniul prelucrării chimice. Din punct de vedere industrial, aceste procese apar, atât ca procese intermitente, cât şi ca

Scanned with OKEN Scanner

procese continue. Exemplificativ pentru procesele intermitente este operaţia de reducere din furnal la obţinerea fontei de primă fuziune. Structura principială a procesului este prezentată în figura 4.1.

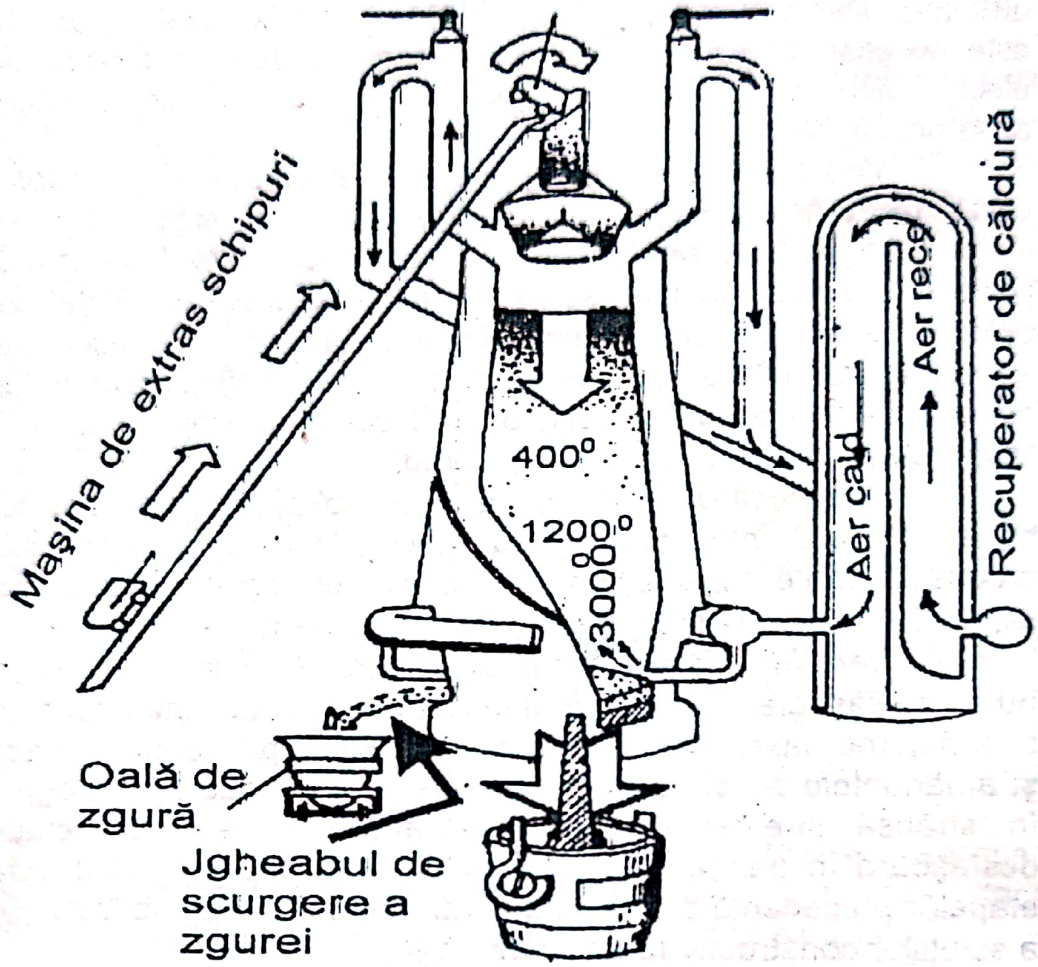


Fig.4.1. Secţiune printr-un furnal pentru producerea fontei de primă fuziune

Fonta de primă fuziune este obţinută din minereu de fier, cocs şi fondanţi (carbonat de calciu). Schipurile, care funcţionează pe un plan înclinat, transportă materiile prime la partea inferioară a furnalului şi le depun în straturi alternative. Se injectează curenţi de aer cald la partea inferioară a furnalului, pentru alimentarea combustiei cocsului. Pe măsură ce arde cocsul, se absoarbe oxigenul din minereul de fier producându-se ceea ce se numeşte reducerea fierului. Încărcătura coboară treptat în interiorul furnalului, spre cu temperatură din ce în ce mai ridicată până când minereul se topeşte şi se formează o masă lichidă la partea inferioară a furnalului. Fondanţii au rolul de reducere a impurităţilor din fontă şi introducerea lor sub formă de combinaţii chimice în zgură.

Scanned with OKEN Scanner

Forma şi dimensiunilor furnalului au variat continuu, pentru creşterea randamentului acestora, pentru reducerea costului de fabricaţie a fontei de primă fuziune.

În figura 4.2-a se prezintă evoluţia profilului furnalului de-a lungul a circa 30 de ani, de unde rezultă că au existat două tendinţe de bază: a – modificare unghiurilor cuvei şi etajului; b – creşterea diametrului creuzetului. În figura 4.2-b se prezintă evoluţia creşterii diametrului pe o perioadă de circa 100 de ani. Aceste modificări s-au produs datorită necesităţii creşterii randamentului proceselor chimice din furnal.

În figura 4.3 se prezintă fluxul general de producţie pentru obţinerea produselor petroliere, plecându-se de la ţiţei şi ajungând la produse finite. Procesele chimice, în acest caz, sunt procese continue şi evoluţia etapelor procesuale a fost foarte spectaculoasă, mai ales sub aspectul automatizării comenzilor de lucru, realizându-se încă din anii 1960, în California, a unei rafinări automate, deservite numai de 2 lucrători productivi.

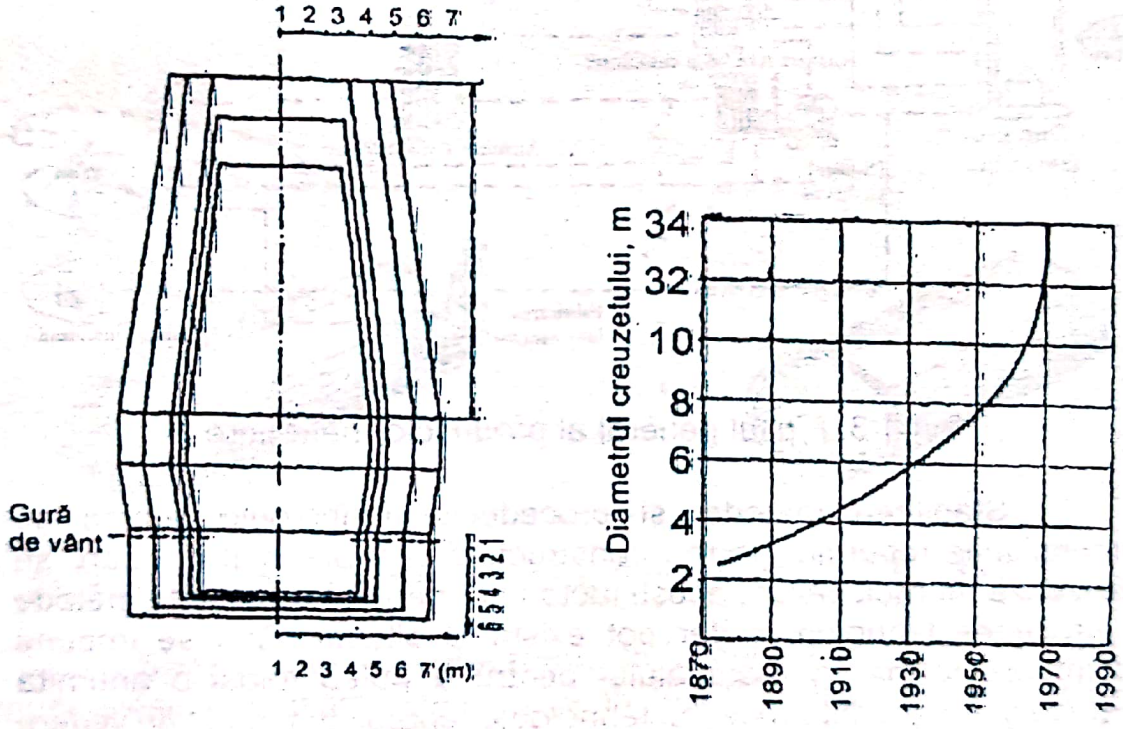


Fig. 4.2. Evoluţia profilului furnalului în perioada 1955-1980 (a) şi creşterea diametrului creuzetului la furnale în perioada 1870-1970 (b)

Procese de schimbare a configuraţiei sau formei. Sunt procesele cele mai obişnuite din industriile de prelucrare a metalelor şi a construcţiilor de maşini, în industria de prelucrare a lemnului, ca şi industria de prelucrare a maselor plastice. În industria metalurgică, unele operaţii primare de schimbare a formei aliajelor metalice au loc în laminoare. Rezultatele acestor operaţii îl constituie barele, tablele, ţiglele şi multe alte profile standard, care pot fi utilizate în alte procese.

Scanned with OKEN Scanner

Deseori, obținerea anumitor produse necesită operații de formare şi turnare a aliajelor metalice prin diferite metode şi procedee tehnologice, cu diferite domenii de utilizare pentru exploatarea completă a avantajelor tehnice şi economice a metodelor şi procedeelor tehnologice respective.

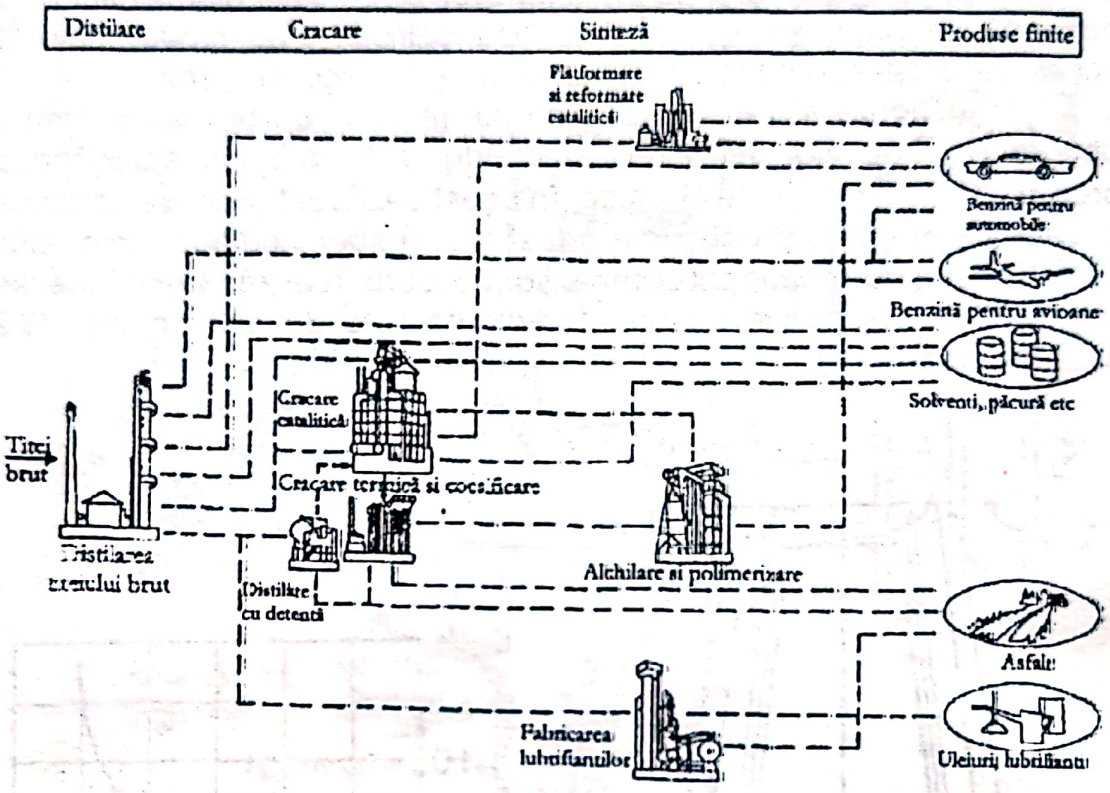


Fig.4.3. Fluxul general al produselor petroliere

Stabilirea metodei şi procedeului tehnologic depind de dimensiunile reperului, forma constructivă şi materialul din care se realizează. În mult cazuri, aceşti factori pot permite mai multe metode şi procedee tehnologice dar pot exista şi situații când se impune schimbare formei şi materialului pentru a putea folosi o anumită metodă şi un anumit procedeu tehnologic rentabil din punct de vedere economic, respectându-se parametrii funcționali impuşi.

Astfel, în figura 4.4 se prezintă ansamblul unui comutator cu came. Soluția inițială (a) presupune o piesă turnată din alamă, cu celelalte piese asamblate pe ea. Adoptarea soluției (b) permite obținerea unei piese monolit prin extruziune, care este echivalentă funcțional cu cea obținută prin asamblare.

Piesa obținută prin extruziune a eliminat o mare parte din prelucrarea unei maşini-unelte, necesitând şi cheltuieli mai mici pentru materia primă. Diferența de cost între cele două variante este foarte mare, obținerea piesei prin extruziune necesitând doar 55% din cheltuielile pentru piesa obținută prin asamblare.

Scanned with OKEN Scanner

În figura 4.5 se prezintă două soluții pentru un rezistor. Soluția (b) presupune îmbinarea prin nituire, iar soluția (a) permite îmbinarea prin sudare prin puncte, la un cost mult mai mic. Din punct de vedere funcțional, soluțiile sunt echivalente.

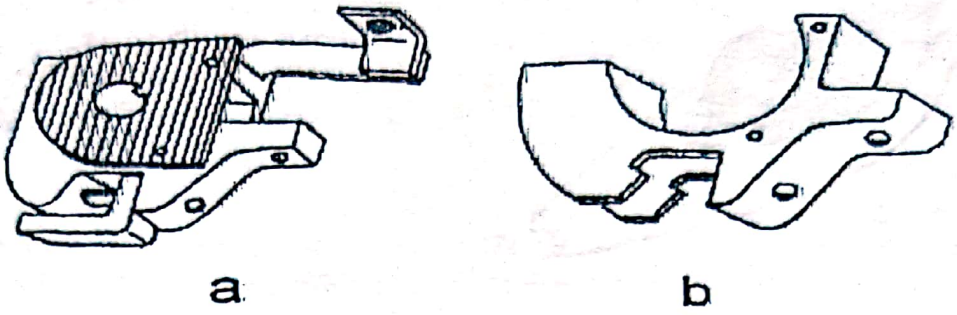


Fig. 4.4. Soluția (a) utilizează turnarea şi are în ansamblu mai multe repere, iar soluția (b) care utilizează procedeul de extruziune, costă numai 55% din costul de la soluția (a)

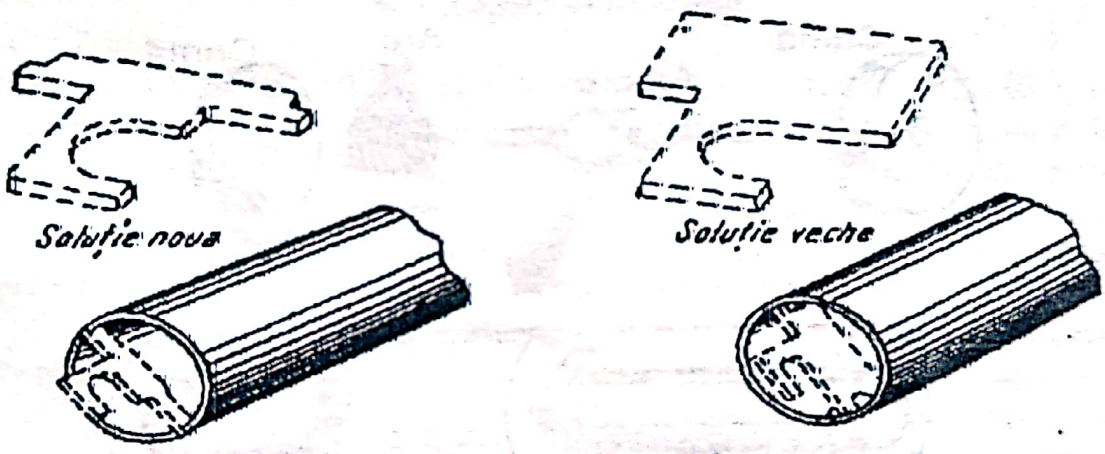


Fig.4.5. Rezistor realizat prin sudură prin puncte (a) şi nituire (b)

Simplificarea proiectelor. În cazul când două sau mai multe piese sunt asamblate rigid se naşte întrebarea dacă ansamblul nu poate fi oare simplificat, ca fiind o singură piesă. Acest lucru este deseori realizabil, atunci când acelaşi material satisface toate necesitățile pentru oricare suprafață şi oricare secțiune transversală a piesei. În figura 4.6 se prezintă exemplul unui braț de contact al unui disjunctor. Soluția (a) prevede două piese – una obținută prin ştanțare şi cealaltă prin turnare. Cele două piese sun executate separat şi se asamblează cu ajutorul a două şuruburi. Soluția (b), pentru o singură piesă, necesită o turnare de precizie, consumând doar 74% din timpul de prelucrare şi 50% din timpul de asamblare necesitate de prima soluție, existând o substanțială reducere de cost la materia primă.

Scanned with OKEN Scanner

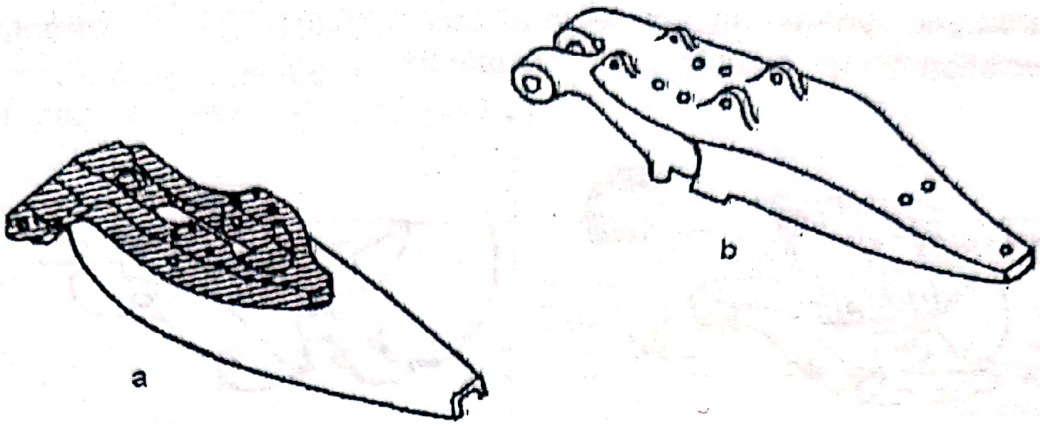


Fig. 4.6. Soluția simplificată (b) care utilizează turnarea de precizie, necesită în comparație cu soluția (a), numai 74% timp de uzinare, 50% timp de montaj şi oferă o substanțială reducere a costului pentru material

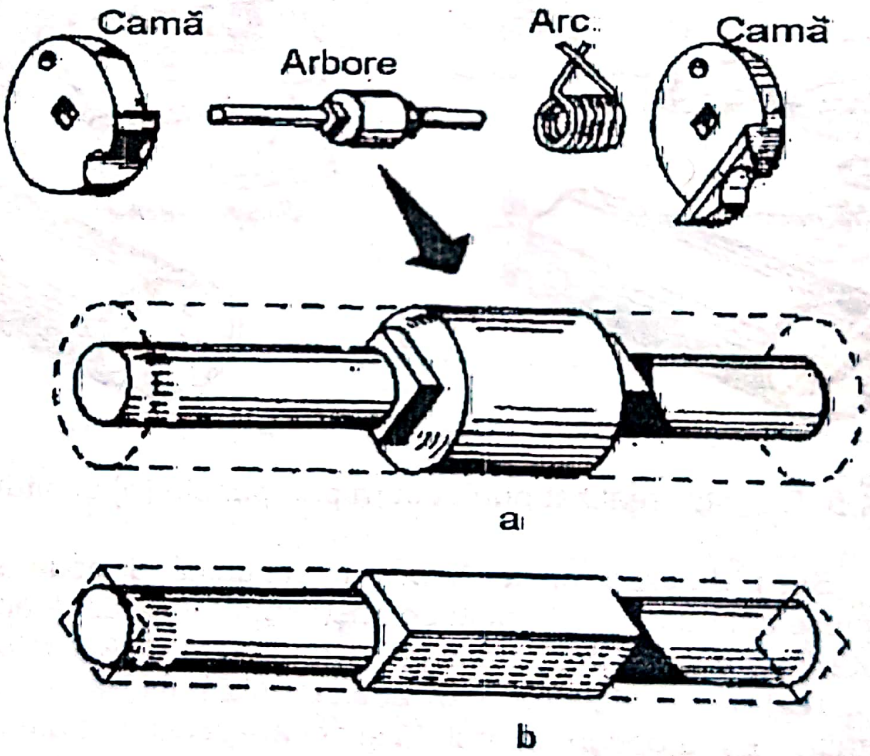


Fig. 4.7. Soluția veche (a) şi cea nouă (b) pentru un subansamblu aparținând unui limitator cu contact

Reducerea prelucrării pe maşini-unelte. În figura 4.7 se prezintă două soluții pentru un subansamblu cu came al unui întrerupător de sfârşit de cursă, diferențiindu-se pe o schimbare de semifabricat. În soluția (a), axul se obține dintr-o bară rotundă.

Scanned with OKEN Scanner

Secțiunea mediană de diametru mare a axului centrează arcul şi separă cele două came. A fost nevoie să se frezeze câte un pătrat la ambele capete ale porțiunii centrale, pentru a-l potrivi cu orificiile pătrate din came. Noua soluție (b) prevede folosirea unui semifabricat de formă pătrată având dimensiunile egale cu cele obținute prin frezarea la piesa anterioară. S-a prevăzut o bucşă pentru a menține intervalul dintre came. Astfel s-a eliminat operația de frezare, s-a redus cantitatea de material care se îndepărtează, economiile fiind mai mari decât cheltuielile necesare fabricării unei bucşe.

Desigur, există multe soluții care conduc la creşterea eficienței economice a soluțiilor constructiv-funcționale pentru produsele realizate. De subliniat este faptul că minimul de cost al fabricației este interdependența nemijlocită de soluțiile constructiv-funcționale al unei piese şi analiza valorii acesteia trebuie avute în vedere atât problemele funcționale, cât şi pe cele tehnologice de fabricație. În cadrul aceleiaşi soluții constructiv-funcționale tehnologul poate influența, de cele mai multe ori, în limite foarte reduse costul de fabricație.

4.6. Valoarea estetică

Termenul *estetică* provine din cuvântul grecesc *aisthesis* care înseamnă *percepție*, *sentiment* sau *senzație*. Termenul a apărut în filozofia greacă în încercarea modernă de a explica procesele fiziologice care au loc în cadrul perceperii unui obiect. În filozofia modernă termenul estetică este introdus de Kant fiind folosit în sensul său actul de: *reflexie fiziologică asupra sentimentului frumosului şi gustului.*

Theodor Lips (*Estetica. Bazele esteticii*, Ed. Meridiane, Bucureşti, 1987) arată că: *"... sentimentul valorii estetice este un sentiment de plăcere"*. Dar *"Procesele sau fenomenele publice trezesc un sentiment de plăcere în măsura în care realizarea lor găseşte condiții favorabile în suflet sau în natura sa"*. Însă *"Sufletul omului nu este o coardă, el este comparabil cu un sistem de corzi"* şi ca atare *"Sufletul este o unitate, dar el este totodată o diversitate calitativă. Şi stă în natura sa să se manifeste deopotrivă ca unitate şi ca pluritate"*.

"Întrucât sufletul este unitate, el trebuie să se îndrepte spre apercepția deplină a unității sau spre unificarea aperceptivă perfectă ... şi întrucât este pluralitate se îndreaptă spre apercepția pe cât posibil de sine stătătoare a celor diverse, spre particularizarea netă, spre deplina separație aperceptivă. În primul caz el se opune acelei solicitări de a percepe cele diverse împreună. În cel de-al doilea caz, se împotriveşte solicitării spre unificare. Sufletul devine o unitate propriu-zisă numai dacă poate percepe deplin unitar. Şi devine o pluritate propriu-zisă a posibilităților de activitate coexistente numai dacă I se oferă ocazia să perceapă cele diverse pe deplin alăturate, adică fără a fi constrâns, în acelaşi timp, la unificare... sufletul nu este când unitate, când diversitate, ci amândouă deodată şi în mod unitar".

Scanned with OKEN Scanner

Valorile estetice sunt numai pentru o privire sau ureche omenească şi ele pot fi naturale sau creaţii umane. Creaţiile umane ca valori estetice deosebite se numesc, generic, ca fiind *creaţii artistice.* Dar creaţiile umane pot căpăta o pondere aproape exclusiv estetică rezultând *artele frumoase* sau preponderent *utile* rezultând *artele utile.* De aici multe controverse în definirea valorilor estetice şi domeniul de preocupare pe specialităţi concrete ale ştiinţelor umane sau tehnice.

Există însă multe convingeri că artele frumoase şi cele utile se suprapun în multe privinţe încât cu greu s-ar mai putea găsi cineva care să susţină separarea netă dintre ele. Arhitectura, de exemplu, există în primul rând pentru a sluji. În măsura în care ea oferă adăpost şi confort, ea este una dintre artele utile sau mecanice, şi una dintre artele frumoase numai în măsura în care structurile ei impresionează sau plac prin aspectul de trăinicie, potrivire, armonie şi proporţie a părţilor, prin dispoziţia şi contrastul de lumină, prin culoare şi ornament, prin varietatea şi relaţiile contururilor, suprafeţelor şi intervalelor.

Dar artele frumoase nu sunt lipsite de utilitate. Poezia didactică are scopuri practice şi utile. Lirica de exortaţie patriotică aparţine unei faze a artei frumoase care tinde direct spre una dintre cele mai înalte utilităţi, stimularea sentimentului patriotic al autodăruirii. Suprapunerile de frumos şi util au condus la controversele de definire a esteticii.

De aceea s-au introdus şi noţiunile de *funcţii estetice* şi *funcţii utile* ale creaţiilor umane. Scopurile utilitare ale unei clădiri trebuie să-i determine forma, şi să reiasă din înfăţişarea ei vizibilă; nu ascunsă de o ornamentaţie superficială. Cuvântul *utilitar* a avut şi mai are încă o conotaţie îngustă, practică pe plan fizic, dar el trebuie completat cu percepţia estetică a creaţiei umane la care ne referim.

Multă vreme pentru termenul *arte utile* s-a folosit ca sinonim termenul de *arte industriale.* În acest sens, el este pus în contrast în mod tradiţional cu termenul de *arte frumoase*. Dar, se poate aprecia că orice produs industrial conţine elemente de arte frumoase şi orice artă frumoasă conţine elemente de industrie.

Termenul *arte industriale* se foloseşte cu referire specială la activităţile subordonate ştiinţelor aplicate, ingineriei. Aceasta implică nu numai un accent utilitar, dar şi folosirea tehnologiei ştiinţifice moderne la fabricarea lor.

O utilizare nouă şi de preferat a termenului *arte industriale* a început să circule în mod curent cu referire la o idee specifică privind producţia pe scară mare, mecanizată, de articole uzuale cu rezolvări *estetice* sau *atracţie vizuală*. Maşini de gătit, frigidere, televizoare, aparate de radio, automobile, biciclete, veselă, tacâmuri etc., moderne şi aspectuoase, parte din această categorie de produse industriale, sunt apreciate pe baza termenului de *arte industriale. Arta industrială* este un tip de *artă estetică*, deosebită de artizanat prin faptul că ea cuprinde o producţie mecanizată, de masă.

Scanned with OKEN Scanner

Multă vreme după revoluția industrială și într-o mare parte a secolului al XIX-lea, metodele mecanizate pe scară mare s-au aplicat în special la produsele utilitare (cu excepția unor articole ca țesăturile de bumbac, imprimate, ieftine). Lucrurile scumpe care trebuiau să fie frumoase erau făcute în majoritate de mână, ca mai înainte. De aceea s-a presupus că numai lucrurile făcute de mână putea fi într-adevăr *artă*. Acum, metodele mecanizate se răspândesc și în domeniul producției artistice. Dându-și seama de valoarea comercială a înfățișării atractive în vedere a produselor, fabricanții angajează creatori de modele (mai ales în domeniul produselor vestimentare) care să colaboreze cu specialiștii în producție pentru realizarea unor produse cu *valoare estetică* ridicată. Astfel produsul și utilul sunt combinate din nou ca țeluri comune în anumite ramuri ale producției mecanizate, pe scară mare, așa cum au fost multă vreme în artele utile manuale. Aceste ramuri sunt *artele industriale*, manufacturile de artă sau industriile de artă.

Răspândirea metodelor pe scară mare, mecanizate, în sfera artei este atât de rapidă încât nimeni nu se știe unde se va opri, și mai există și multe domenii mărginașe cu foarte mică mecanizare. În prezent, de exemplu, reproducerile mecanice ale picturii și sculpturii (reproducerile color și mulajele în ghips) nu sunt de obicei clasate drept opere de artă industrială. Dar procesele reproducerii mecanice – fotogravura, reproducerea în culori etc. – s-au industrializat extrem de mult. De fapt, nu există nici o artă, dacă se consideră în mare întregul proces de a face un anumit fel de produs, în care industria mecanizată să nu fi pătruns. Picturile sunt reproduse prin dispozitive mai mult sau mai puțin mecanice; interpretările muzicale sunt reproduse pe discuri și filme; poemele sunt tipărite în ziare și reviste, și așa mai departe. Literatura a fost prima artă revoluționată de metodele mecanizate de reproducere și difuzare, începând cu presa de tipar din secolul XV. În aceste cazuri, faza creatoare de "proiectare" sau combinație este destul de distinctă de faza mecanică de reproducere, și, de obicei, numai prima este clasată drept *artă*. În alte cazuri, cum ar fi industria cinematografică, acestea două sunt contopite aproape inextricabil. Dispozitivele mecanice sunt folosite tot timpul și modificările creatoare sunt aduse tot timpul, chiar și în decupajul și montajul final al filmului. Nu există nici un proces distinct de creație individuală, manuală urmat de altul de reproducere mecanică.

Apropierea și chiar suprapunerea noțiunilor de arte frumoase și arte utile se manifestă, în practică, tot mai mult, atât în mecanizarea activităților de creație artistică, cât și în imprimarea viziunii artistice creațiilor industriale. Tipărirea mecanică a reproducerilor color este o tehnică ale cărei produse funcționează estetic și de aceea sunt opere de artă. Cât despre mașina de gătit sau frigiderul finisate în mod atractiv, de obicei nu există original. Toate sunt reproduceri, primul număr ieșit de pe linia de asamblare fiind identic cu numărul x din

Scanned with OKEN Scanner

seria de fabricație. Întregul proces tinde spre un produs frumos; de aceea întregul proces poate fi larg inclus ca artă.

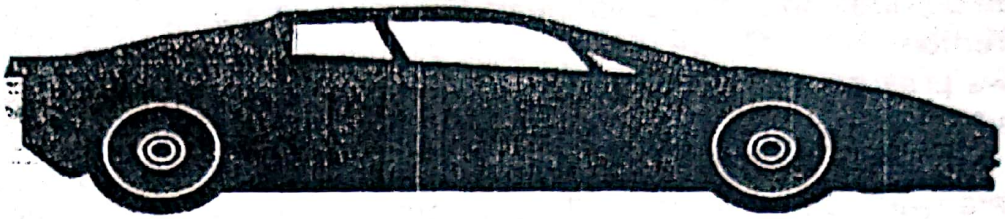


Fig.4.8. Forma constructiv-funcțională, tehnologică şi estetică a unui automobil

În general, totuşi, uzanța de astăzi se opreşte brusc la această extremă a logicii . Ea refuză să recunoască drept artă întregul proces de executare sau reproducere a operelor de artă în tiraje de masă, prin mijloace mecanizate. În schimb, încearcă să selecteze din cadrul procesului industrial acele faze legate de proiectarea estetică sau realizare estetică a planului. Numai acestea sunt creatoare de artă şi numai cei ce execută aceste faze sunt artişti. Termenul *artă* este strâns de obicei restrâns la anumite faze ale procesului, subînțelegându-se că mulți că mulți lucrători care nu sunt artişti pot lua parte la producția de artă. Baza de diferențiere se aplică aici atât metodelor manuale cât şi industriei mecanizate.

Dar care ar fi deosebire generală între tipurile de ocupații, clasate drept artă şi celelalte ? Principala deosebire se consideră a fi elementul *interpretării personale*, mai mult sau mai puțin creatoare. Se presupune că munca de artist cuprinde acest element, chiar dacă nu reuşeşte întotdeauna. Dacă o maşină de "produs" muzică sau imagini cinematografice nu este în întregime automatizată şi trebuie să fie potrivită mereu pentru a produce nuanțele dorite de ton, lumină, timp etc., atunci se va supune că manevrarea ei cere o oarecare pregătire artistică, o pricepere muzicală etc. Un astfel de operator poate să aibă mai puțină priceperii tehnică şi să fie incapabil a repara o maşină. Nu este vorba despre care dintre oameni sau care gen de muncă este mai bun, ci pur şi simplu de un gen diferit de muncă, dintre care numai unul este clasat drept *artă*.

Revenind noțiunea de *artă industrială*, se poate pune întrebarea: cum diferă ea de *artă* în general ? Se consideră că artele clasate astfel au două caracteristici distinctive:

a. Pentru executarea produsului sunt folosite *procedee pe scară mare*, *mecanizate*. Totuşi, nu toate aceste procedee sunt incluse ca *artă* industrială. Acest termen implică în special crearea de proiecte, schițe sau idei, de obicei în consultație cu inginerii şi oamenii ai producției, care să fie realizate de maşini.

Scanned with OKEN Scanner

b. Majoritatea produselor făcute şi clasate astfel ca arte industriale sunt *arte utile* – mobile, vehicule, ustensile etc.

Tendința este ca aşa-numitele arte frumoase, ca artele utile, să devină în parte industrializate. În prezent *artele industrializate* sunt considerate o subdiviziune a *artelor utile* – porțiunea cuprinzând producția de masă mecanizată. Cât priveşte produsele şi execuțiile cu ajutorul maşinii, nu s-a căzut de acord dacă să fie clasate drept artă, reproducerea mecanică a unei picturi sau statui şi execuția automată a muzicii sau piesei de teatru prin discuri sau filme sunt toate opere de artă în măsura în care au funcții estetice; adică sunt adaptate să stimuleze o experiență estetică favorabilă.

Tendința de suprapunere şi de separare a creației umane în *arte frumoase* şi *arte utile* sau în *arte frumoase* şi *arte industriale* nu este nouă. Aceste tendințe s-au manifestat în antichitate, în evul mediu şi se manifestă în perioada modernă şi contemporană. Astfel, dacă admitem că *ingineria este activitatea creativă manifestată prin obținerea, în condiții optime, a produselor ca bunuri materiale ale colectivității umane* putem să exemplificăm uşor aceste tendințe. În acest sens Michelangelo Bounarroti se consideră inginer şi nu artist. De asemenea, primele şcoli tehnice superioare erau considerate "şcoli de arte şi meserii" întrucât prelucrarea metalelor era considerată şi o artă, nu numai o ştiință tehnică. Prima şcoală superioară tehnică se numea "Şcoala pentru Arte şi Meserii", iar după exemplul ei, s-a înființat la Iaşi, în 1841, "Institutul pentru Arte şi Meşteşuguri" cu o durată a cursurilor de patru ani, în care funcționau şi trei secții cu specific de tehnologie mecanică – "lăcătuşerie fină", "fierărie de fabrică" şi "strungărie".

Dar iată şi o întâmplare care actualmente stârneşte mirarea şi care ilustrează foarte bine cum pot nişte probleme de teorie filozofică să capete importanță practică, şi cum poate mersul lucrurilor – în acest caz juridice şi comerciale – să fie împiedicat de opinii vagi şi confuze sau de părerile contradictorii ale unor presupuşi experți. El prezintă câteva idei diferite despre artă şi meşteşug.

Obiectul care a stârnit acest proces celebru şi în multe privințe amuzant a fost un bronz intitulat *Pasăre în zbor*, care fusese cumpărat de artistul american Edward Steichen de la sculptorul român Constantin Brâncuşi. A fost înscris, în declarația vamală, ca operă de artă sub forma unei sculpturi, şi ca urmare s-a cerut să fie scutit, conform legislației vamale americane, de taxele de import. Totuşi, funcționarul vamal din New York la taxat cu 40% din valoare, ca *manufactură de metal* întrucât după părerea unor artişti, membri ai lui National Academy şi National Sculpture Society, nu era nici artă nici sculptură. Când procesul intentat de Constantin Brâncuşi Guvernului Statelor Unite a fost judecat la tribunalul vamal al Statelor Unite, Robert Aitken a fost principalul martor al guvernului. Printre martorii reclamantului se aflau Edward Steichen, posesorul *Păsării în zbor*, Iakob Epstein, Frank Crowninshield, Henrz

Scanned with OKEN Scanner

McBride, William H. Fox (directorul lui Brooklyn Museum) şi Forbes Watson (directorul revistei *The Arts*). Hotătârea celor trei judecători, pronunțată de judecătorul Waite, stabilea că obiectul *este produsul original al unui sculptor profesionist şi este într-adevăr o piesă de sculptură şi un obiect de artă*, şi ca atare este scutit de vamă. Judecătorul Waite a adăugat că: *Sub influența şcolilor moderne de artă, opinia ... s-a modificat în ceea ce priveşte condițiile necesare pentru a constitui artă ... Între timp s-a dezvoltat aşa numita şcoală nouă de artă, ai cărei exponenți încearcă să înfățişeze mai curând idei abstracte decât să imite obiecte naturale. Fie că suntem sau nu de acord cu aceste idei noi şi cu şcolile pe care le reprezintă, socotim că trebuie luat în considerare faptul că ele există şi influența lor asupra lumii artistice recunoscute de tribunale. Obiectul de care ne ocupăm acum pare a fi pentru scopuri pur ornamentale, folosirea sa fiind aceeaşi ca a oricărei piese de sculptură a vechilor maeştri. Are un contur frumos şi simetric, şi cu toate că întâmpini o oarecare dificultate de a o asemui cu o pasăre, este totuşi plăcută la aspect şi extrem de decorativă.* Iată cum nişte persoane obişnuite, implicate într-un proces celebru devin celebre.

Educația estetică a condus la impunerea de către beneficiarii produselor industriale o formă artistică, frumoasă a acestora. De aceea s-a introdus termenul de *valoare estetică* care se ia în considerare la aprecierea produselor industriale. La aprecierea valorii estetice pentru produsele industriale se întâlnesc două situații: 1 – când factorii de evaluare estetică sunt subordonați complet valorii de întrebuințare şi 2 – când factorii de evaluare estetică au o dependență, mai mare sau mai mică, de valoarea de întrebuințare a produsului.

Pentru prima situație considerăm reprezentarea grafică din figura 4.8 a unui automobil. Forma şi culoarea acestuia trebuie să fie subordonată unor caracteristici funcționale ale lui: formă aerodinamică, rigiditatea caroseriei (de exemplu două uşi şi nu patru), culoare sesizabilă uşor de participanții la traficul rutier. Cu creşterea vitezei de rulare se apropie din ce în ce mai mult de formele constructive ale automobilelor, de formele rezultate din condițiile aerodinamice de proiectare a lor. De aceea monoposturile de formula 1 nu se disting între ele ca fiind provenite de la o firmă sau alta.

Scanned with OKEN Scanner

CAP.5. ANALIZA FUNCȚIONALĂ, TEHNOLOGICĂ ȘI ESTETICĂ A PRODUSELOR INDUSTRIALE

5.1. Teoria utilității

Utilitatea ordinală. Expresiile de calcul pentru eficiența valorii produselor și serviciilor evidențiază faptul că interesele producătorului și ale beneficiarului sunt oarecum opuse: **oportunitatea valorii** pentru beneficiar presupune un preț cât mai mic și utilitate pentru produs cât mai mare, iar **oportunitatea beneficiului** pentru producător presupune un beneficiu cât mai ridicat. Această competiție are însă un caracter individual întrucât producătorul poate trata preferențial anumiți beneficiari, în anumite cazuri oferind chiar gratuit anumite produse specifice pentru anumiți beneficiari. De aceea conceptul de valoare a unui produs are un caracter individual sau o utilitate individuală.

Se va considera situația când o persoană **preferă (p)** anumite evenimente în raport cu altele, sau este **indiferentă (i)** față de două evenimente date. Există deci două relații **"p"** și **"i"**, definite pe produsul mulțimii evenimentelor cu ea însăși. Se vor nota evenimentele cu **A, B, C** etc.

Definiție. Pentru orice eveniment **A** și **B** scriem **ApB** dacă **A** este preferabil în raport cu **B**, și **AiB** dacă **A/B** și **B/A** (**A/B** reprezintă negația lui **ApB**).

Axiomele utilității. Relațiile **"p"** și **"i"** satisfac următoarele axiome:

1. Pentru oricare două evenimente **A** și **B** are loc una și numai una dintre următoarele relații: α - **ApB**; β - **BpA**; γ - **AiB**.
2. **AiA** pentru orice **A**.
3. Dacă **AiB**, atunci **BiA**.
4. Dacă **AiB** și **BiC**, atunci **AiC**.
5. Dacă **ApB** și **BpC**, atunci **ApC**.
6. Dacă **ApB** și **BiC** atunci **ApC**.
7. Dacă **AiB** și **BpC**, atunci **ApC**.

Axioma **1** se mai numește legea **trihotomiei**. Axiomele **2, 3, 4** înseamnă că **i** este o relație de echivalență. Axioma **5** (împreună cu axioma **1**) arată că **p** este o relație de ordine. În sfârșit, axiomele **6** și **7** arată că **p** este tranzitivă în raport cu **i**.

În esență, axiomele prezentate introduc o ordine liniară slabă în mulțimea evenimentelor, ordonându-le de la **"cel mai preferabil"** până la **"cel mai puțin preferabil"**. Se obișnuiește să se spună că, dacă cineva preferă evenimentul **A** față de evenimentul **B**, atunci evenimentul **A** are **utilitate** mai mare decât **B**, sau, echivalent, utilitatea lui **A** este mai mare decât utilitatea lui **B**.

Scanned with OKEN Scanner

Din păcate, afirmația că utilitatea lui **A** este mai mare decât aceea a lui **B** nu spune cât de mare este diferența dintre aceste utilități. Pentru unele probleme aceasta nu reprezintă nici o dificultate (de exemplu, în problema determinării evenimentului pe care îl alege o persoană). Pe de altă parte, dacă alegerea implică un risc, trebuie să cunoaştem ceva despre diferența dintre utilitățile a două evenimente dare (şi nu numai care dintre ele este preferat). Dacă de exemplu o persoană trebuie să aleagă între evenimentul **B** şi o **loterie** (**experiment aleator**), ale cărei rezultate sunt evenimentele **A** sau **C** (fiecare cu probabilitatea 1/2), şi dacă **ApBpC**, problema este de a stabili dacă posibilitatea unui câştig (în cazul în care rezultatul loteriei este **A**) este suficientă pentru a compensa riscul unei pierderi (dacă rezultatul loteriei este **C**).

Toate dificultățile ar dispare dacă ar exista un bun (numit, să zicem **util**), a cărui utilitate să fie liniară (adică utilitatea unei anumite cantități din acest bun să fie direct proporțională cu cantitatea respectivă). Am putea atunci pur şi simplu să determinăm mărimea (în unități ale acestui bun) plăților marginale, care l-ar determina pe beneficiarul solicitării să renunțe la **A** pentru **B**, şi respectiv la **B** pentru **C**, acționând apoi în consecință. Însă, din păcate că nici un bun (nici chiar banii) nu are această proprietate, astfel că această idee este inaplicabilă. Se va arăta însă că se poate introduce şi folosi un astfel de bun atâta timp cât nu se încearcă să fie tratat ca pe celelalte bunuri, care pot fi vândute, cumpărate, transferate sau distruse.

Loterii. Rezultă din cele de mai sus că în cazul opțiunii pentru un bun aşa zis **util** este şi o opțiune pentru un risc, adică al alegerii unei decizii în condiții de risc. Asumarea unui risc depinde în mod esențial de noțiunea de loterie (eveniment aleator).

Definiție. Fie **A** şi **B** două evenimente arbitrare şi fie $0 \le r \le 1$. Prin $r.A + (1 - r).B$ se va înțelege **loteria** (experimentul aleator) ale cărei rezultate posibile sunt **A** şi **B**, cu probabilitățile r şi $1 - r$.

În mod similar pot fi definite loterii cu trei sau mai multe rezultate posibile. Se notează faptul că o loterie poate fi considerată, într-un anumit sens, tot ca un eveniment; pot exista loterii în care unui dintre rezultate este o altă loterie. Mai mult, combinațiile de evenimente (definite prin intermediul unei loterii) au proprietăți asemănătoare proprietăților algebrice elementare ale numerelor reale. Sunt verificate de exemplu următoarele axiome:

$$r.A + (1 - r).B = (1 - r).B + r.A \tag{5.1}$$

$$r.A + (1 - r).\{s.B + (1 - s).C\} =$$

$$= r.A + (1 - r).s.B + (1 - r).(1 - s).C \tag{5.2}$$

$$r.A + (1 - r).A = A \tag{5.3}$$

Scanned with OKEN Scanner

Axioma de comutativitate (5.1) are o semnificație evidentă. Axiomele (5.2) și (5.3), asemănătoare proprietății de distributivitate, arată că ordinea în care se desfășoară evenimentele sunt un șir de loterii care nu prezintă nici o importanță, importante fiind doar probabilitățile rezultatelor posibile.

Este evident că în loteria **r.A + (1 – r).B** evenimentul **A** trebuie să poată fi înlocuit prin orice eveniment **C** astfel ca **AiC**. Avem deci axiomele următoare:

Dacă **AiC**, atunci pentru orice **r** și orice **B**:

$$\{r.A + (1 - r)\}i\{r.C + (1 - r).B\} \tag{5.4}$$

Dacă **ApC**, atunci pentru orice **B**:

$$\{r.A + (1 - r).B\}p\{r.C + (1 - r).B\} \tag{5.5}$$

Să observăm că loteria **r.A + (1 – r).B** coincide cu evenimentul **A** pentru **r = 1** și cu **B** pentru **r = 0**. Este rezonabil să admitem că o schimbare mică a lui **r** determină o modificare mică a utilității unei loterii (orice s-ar înțelege prin "utilitate a loteriei"). Împreună cu teorema că o funcție reală continuă ia orice valoare dintre două valori ale sale, aceasta conduce la următoarea axiomă.

Axioma continuității. Fie **A, B, C** evenimente astfel ca **ApCpB**. Atunci există un **r∈[0, 1]** astfel încât:

$$\{r.A + (1 - r).B\}iC$$

Să observăm că în această axiomă trebuie să avem de fapt **r∈[0; 1]**. Într-adevăr, pentru **r = 0** sau **r = 1** loteria coincide cu **B**, respectiv **A**, care, în baza ipotezei **ApCpB**, nu sunt echivalente (în raport cu relația **i**) cu **C**.

A. Teoremă. Dacă **ApCpB** și **{r.A + (1 – r).B}iC**, atunci **0 < r < 1**; în plus **r** este unic determinat.

Demonstrație. S-a văzut că **r** nu poate fi nici **0**, nici **1**. Pentru a arăta unicitatea sa, fie **s** un alt număr arbitrar din **(0, 1)**. Să presupunem de exemplu **r < r**. Deoarece **0 < r – s < 1 – s**, avem:

$$B = \left\{\frac{r-s}{1-s}B + \frac{1-r}{1-s}B\right\}$$

și deoarece **ApB**, rezultă:

$$\left\{\frac{r-s}{1-s}A + \frac{1-r}{1-s}B\right\}pB$$

Însă, conform expresiilor (5.2), (5.3) avem:

$$r.A + (1-r).B = s.A + (1-s).\left\{\frac{r-s}{1-s}A + \frac{1-r}{1-s}B\right\}$$

și deci, în baza relației (5.5):

$$\{r.A + (1 - r).B\} p \{s.A + (1 - s).B\}$$

Axiomele date sunt suficiente pentru construcția unei funcții de utilitate. Să distingem următoarele două cazuri. În primul caz persoana considerată este indiferentă față de orice alegere, adică AiB pentru orice evenimente A şi B. Fără a discuta dacă o astfel de persoană există, să observăm că acesta este cazul trivial când toate evenimentele au pentru persoana considerată aceeaşi utilitate, caz neinteresant în cadrul teoriei utilității. Al doilea caz va fi tratat în cadrul demonstrației teoremei următoare. (Teorema este desigur valabilă în ambele cazuri).

B. Teoremă. Există o funcție **u** cu valori reale, definită pe mulțimea tuturor evenimentelor astfel ca:

$$u(A) > u(B), \text{ dacă şi numai dacă } ApB \qquad (5.6)$$

$$u[r.A + (1 - r).B] = r.u(A) + (1 - r).u(B) \qquad (5.7)$$

pentru orice evenimente A şi B şi orice $r \in [0, 1]$. Funcția **u** este unică, exceptând o transformare liniară, adică, dacă există o altă funcție **v** cu proprietățile (5.6) şi (5.7), atunci există numerele reale $\alpha > 0$ şi β astfel ca, pentru orice A:

$$v(A) = \alpha.u(A) + \beta \qquad (5.8)$$

Demonstrație. Existența. Dacă AiB pentru orice A şi B, putem pune $u(A) = 0$ pentru orice A. Să presupunem acum că există două evenimente E_1 şi E_0, astfel încât $E_1 p E_0$. Conform axiomelor (5.1) - (5.5) pentru fiecare eveniment A există cinci posibilități:

$$\text{a) } ApE_1; \text{ b) } AiE_1; \text{ c) } E_1pApE_0; \text{ d) } AiE_0; \text{ e) } E_0pA \qquad (5.9)$$

Definim mai întâi $u(E_1) = 1$ şi $u(E_0) = 0$. Pentru un eveniment A arbitrar, **u(A)** se defineşte după cum urmează, distingând cele cinci cazuri. În cazul **a)** avem ApE_1pE_0. Conform axiomei de continuitate există $r \in (0, 1)$ astfel ca:

$$\{r.A + (1 - r).E_0\} iE_1$$

Definim atunci $u(A) = 1/r$. În cazul **b)** trebuie evident să definim $u(A) = 1$. În cazul **c)** există $s \in (0, 1)$ astfel ca:

$$\{s.E_1 + (1 - s).E_0\} iA$$

şi definim $u(A) = s$. În cazul **d)** trebuie evident să avem $u(A) = 0$. În sfârşit, în cazul **e)** există $t \in (0, 1)$ astfel ca:

$$u(A) = (t - 1)/t.$$

S-a definit astfel funcția **u(A)** pentru toate evenimentele A, şi trebuie arătat că aceasta satisface condițiile (5.6) şi (5.7). demonstrația este destul de laborioasă, trebuind să se ia în considerare cele 25 cazuri care rezultă din cele cinci posibilități (5.9) pentru fiecare dintre evenimentele A şi B. Se va prezenta numai demonstrația pentru un singur caz, când A şi B sunt ambele în cazul **c)**; în celelalte cazuri demonstrațiile sunt asemănătoare.

Scanned with OKEN Scanner

Să presupunem că A şi B sunt ambele în cazul c) şi că $u(A) = s_1$, $u(B) = s_2$. Dacă $s_1 = s_2$, atunci se observă că A şi B sunt ambele echivalente (în raport cu i) cu loteria $s_1.E_1 + (1 - s_1).E_0$, şi deci AiB. Dacă $s_1 > s_2$, se arată ca în demonstraţia teoremei A că:

$$\{s_1.E_1 + (1 - s_1).E_0\} p \{s_2.E_1 + (1 - s_2).E_0\}$$

şi deci ApB. Analog se arată că BpA, dacă $s_2 > s_1$. Prin urmare, funcţia u satisface (5.6). Pentru a verifica (5.7), fie $r \in (0, 1)$. Avem:

$$A \; i \; \{s_1.E_1 + (1 - s).E_0\},$$
$$B \; i \; \{s_2.E_2 + (1 - s_2).E_0\}$$

şi deci, conform cu (5.4):

$$\{r.A + (1 - r).B\} \; i \; \{r.[s_1.E_1 + (1 - s_1).E_0] + + (1 - r).[s_2.E_1 + (1 - s_2)E_0]\}.$$

De aceea:

$$\{r.A + (1 - r).B\} \; i \; \{[r.s_1 + (1 - r).s_2]E_1 + [r.(1 - s_1) + + (1 - r).(1 - s_2)E_0]\}$$

şi prin urmare:

$$u(r.A + (1 - r).B) = r.u(A) + (1 - r).u(B)$$

În sfârşit, trebuie arătat că u este unică în afară de o transformare liniară. Fie v o funcţie arbitrară cu proprietăţile (5.6) şi (5.7). deoarece $E_1 p E_0$, trebuie să avem $v(E_1) > v(E_0)$ şi deci putem defini:

$$\beta = v(E_0),$$
$$\alpha = v(E_1) - v(E_0) > 0.$$

Să presupunem de exemplu că $E_1 p A p E_0$. Dacă $u(A) = s$, avem:

$$A \; i \; \{s.E_1 + (1 - s).E_0\}$$

şi deci:

$$v(A) = v(s.E_1 + (1 - s).E_0)$$
$$v(A) = s.v(E_1) + (1 - s).v(E_0),$$
$$v(A) = s.(\alpha + \beta) + (1 - s).\beta = s.\alpha + \beta$$
$$v(A) = \alpha.u(A) + \beta$$

Analog se arată că (5.8) este verificată în celelalte patru cazuri (a, b, d, e) din (5.9).

S-a demonstrat astfel existenţa unei funcţii de utilitate. Faptul că această funcţie nu este unică nu are mare importanţă; diferenţa între două funcţii de utilitate constă doar în alegerea diferită a originii şi a unităţii de măsură – o diferenţă asemănătoare de exemplu aceleia dintre scalele de temperatură Celsius şi Fahrenheit.

Prin definiţie funcţia de utilitate u este liniară în raport cu evenimentele [proprietatea (5.7)]. Deoarece într-un experiment aleator (loterie) cu două rezultate posibile probabilitatea r a primului rezultat poate fi orice număr cuprins între 0 şi 1, mulţimea valorilor funcţiei de utilitate este o submulţime convexă a dreptei reale, adică un interval. Există 11 tipuri de intervale, considerând şi mulţimea vidă ca şi mulţimea

Scanned with OKEN Scanner

constând dintr-un singur element (care corespunde cazului unei persoane indiferente față de orice alegere). Rămân totuşi nouă tipuri de intervale şi problema în care aceste tipuri se încadrează mulțimea utilităților pentru o persoană dată, rămâne deschisă.

Colecții de bunuri. Din punct de vedere abstract, se ataşează utilități tuturor tipurilor de evenimente. Aşa că trebuie să fie ca partenerii de schimb (producător-beneficiar) să poată distinge între toate tipurile de evenimente. Pe de altă parte, din punctul de vedere al economistului, aplicația naturală a teoriei utilității este îndreptată spre posesia de bunuri.

Să presupunem că există un număr finit **n** de bunuri principale, deținute de diferite persoane în cantități diferite. Să folosim un **n-vector** $q = (q_1,\ldots,q_n)$ pentru a nota cantitățile de bunuri deținute de o persoană (sau un grup de persoane). Un astfel de vector se numeşte **colecție de bunuri**. O asemenea colecție este considerată ca un eveniment, anume evenimentul care constă în deținerea acestei colecții. Mai departe, trebuie să definim acum o funcție de utilitate pe mulțimea colecțiilor de bunuri. Aici este necesară o precauție, trebuie să distingem între loteria:

$$r.q' + (1 - r).q''$$

care dă colecția q' cu probabilitatea r sau colecția q'' cu probabilitatea $1-r$ şi respectiv, colecția q definită prin:

$$q_j = r.q'_j + (1 - r).q''_j, \qquad j = 1,\ldots,n$$

care este o colecție fixă şi nu o loterie. Dacă de exemplu q' constă din două automobile fără roți, q'' din cele zece roți aferente şi $r = 1/2$, este evident că colecția q (un automobil cu roțile aferente) este preferabilă – cel puțin pentru majoritatea persoanelor – față de loteria $r.q' + (1 - r).q''$.

O condiție pe care funcția de utilitate trebuie să o satisfacă este monotonia; dacă $q' \geq q$, trebuie să avem $u(q') \geq u(q)$. de obicei, se presupune că funcția u este continuă şi are derivate parțiale de ordinul întâi şi doi continue (deoarece ea este monotonă, este garantată cel puțin continuitatea sa şi existența derivatelor parțiale de ordinul întâi aproape peste tot). Derivatele parțiale $\partial u/\partial q_j = u_j$ se numesc **prețuri-umbră** (ele reprezintă prețul, exprimat în unități de utilitate, considerat "echitabil" pentru un anumit bun, în cadrul unei colecții date de bunuri).

Spunem că bunul j satisface **legea câştigului diminuat** dacă, pentru orice q:

$$u_{jj} = \frac{\partial^2 u}{\partial q_j^2} \leq 0$$

Se presupune că majoritatea bunurilor satisfac această lege.

Spunem că bunul i este **total (brut) – substituibil** pentru bunul j, dacă:

$$u_{i,j} = \frac{\partial u_i}{\partial q_j} = \frac{\partial^2 u}{\partial q_i \partial q_j} \leq 0$$

adică dacă o descreştere a cantităţii disponibile de bun **j** măreşte preţul-umbră a bunului **i**. Deoarece în general $u_{ji} = u_{ij}$, total-substituibilitatea este o relaţie simetrică.

Spunem că bunurile **i** şi **j** sunt **complimentare** dacă:

$$u_{ij} = u_{ji} \geq 0,$$

adică dacă creşterea cantităţii disponibile a unuia măreşte valoarea celuialt.

Un bun, de exemplu bunul **n**, se numeşte **separabil**, dacă utilitatea $w = w(q_1,\ldots,q_{n-1})$ şi $\varphi = \varphi(q_n)$ astfel ca:

$$u(q_1,\ldots,q_n) = w(q_1,\ldots,q_{n-1}) + \varphi(q_n)$$

pentru orice **q**. Un bun separabil este folosit în mod natural ca mijloc de schimb. În unele cazuri funcţia φ este liniară; dacă aceasta este adevărat pentru funcţiile de utilitate a două persoane diferite, spunem că bunul **n** este **liniar transferabil** între cei doi parteneri de afaceri. Importanţa acestui caz constă în aceea că, dacă unităţile de utilitate pentru cele două persoane sunt alese în mod potrivit, atunci un transfer al acestui bun de la o persoană la cealălaltă nu modifică utilitatea totală a celor două persoane. Celelalte **n – 1** bunuri se pot împărţi astfel încât să se maximizeze această utilitate totală; un transfer de bun **n** (**plata laterală**) este apoi folosit pentru a corecta orice inechitate cauzată de acest prim proces.

Utilitate absolută. În teoria economică a bunăstării sociale este uneori necesar să se aprecieze dacă o anumită acţiune **"foloseşte unei persoane a mai mult decât ea dăunează unei persoane b"**. Aceasta nu se poate determina prin simpla măsurare a creşterii şi descreşterii utilităţilor celor două persoane determinate de acţiunea dată, deoarece, după cum s-a menţionat deja, unităţile scalelor utilităţii sunt arbitrare şi deci nu pot fi utilizate pentru comparaţii între persoane. Dificultatea constă aici în faptul că nu există nici o scală absolută pe care să fie măsurate toate utilităţile.

Dacă însă spaţiile utilităţilor (mulţimile valorilor funcţiilor de utilitate) diferitelor persoane sunt toate intervale mărginite, atunci se poate introduce o unitate absolută de utilitate, anume lungimea acestor intervale. Se poate atunci norma toate aceste intervale, reducându-le printr-o transformare liniară la intervalul cu capetele **0** şi **1**. Este natural acum să se compare utilităţile pe această scală absolută.

Problema se reduce deci la întrebarea dacă spaţiul utilităţilor unei persoane este mărginit sau nu. Aceasta este o problemă deschisă. Unii autori, pledând pentru teza intervalelor mărginite, sugerează următoarele argumente:

1. Să presupunem că spaţiul utilităţilor unei persoane este nemărginit superior. Fie **A** evenimentul că **nu se întâmplă nimic** şi B

Scanned with OKEN Scanner

evenimentul constând în aceea că **aceeaşi persoană este supusă unui pericol**. Întrucât spaţiul utilităţilor nu este mărginit superior, trebuie să existe un eveniment **C** astfel ca:

$$u(C) > 2.u(A) - u(B).$$

Aceasta înseamnă însă că:

$$\{C/2 + B/2\} p A$$

Nu ne putem însă imagina nici un eveniment **C**, care să facă persoana în cauză să prefere loteria **C/2 + B/2** faţă de situaţia vieţii normale. Prin urmare, spaţiul utilităţilor persoanei în cauză este mărginit superior.

2. Să presupunem că spaţiul utilităţilor aceleiaşi persoane nu este mărginit inferior. Fie **A** evenimentul că **nu se întâmplă nimic** şi **B** evenimentul că **persoana respectivă a câştigat un milion de dolari**. Dacă spaţiul utilităţilor persoanei respective nu este mărginit inferior, trebuie să existe evenimentul **C** astfel ca:

$$A\ p\ \{0{,}999999.B + 0{,}000001.C\}.$$

Nu se poate concepe însă nici un astfel de eveniment **C**. Prin urmare, spaţiul utilităţilor persoanei respective este mărginit inferior.

3. Să presupunem, încă o dată, că spaţiul utilităţilor nu este mărginit superior. Există atunci un şir de evenimente $A_1, A_2, \ldots$, astfel ca:

$$u(A_n) = 2^n.$$

Atunci loteria:

$$\sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n}.A_n$$

are utilitate infinită (cunoscutul paradox Petersburg). Pentru a evita acest paradox, spaţiul utilităţilor trebuie să fie deci mărginit superior. Analog se poate argumenta că spaţiul utilităţilor este mărginit inferior.

Acestea sunt argumentele pentru mărginirea utilităţii, se poate argumenta că faptul că o persoană nu poate concepe un eveniment **C** cu proprietăţile descrise mai sus se datorează pur şi simplu lipsei sale de imaginaţie şi că paradoxul Petersburg este tocmai un paradox. Problema rămâne desigur nerezolvată. Putem spune numai că deşi lucrurile s-ar simplifica în cazul utilităţilor mărginite, putem totuşi să obţinem majoritatea rezultatelor dorite fără a folosi această ipoteză.

5.2. Determinarea utilităţii

"Armonizarea" intereselor producătorului care constau în obţinerea unui maximum de avantaje pornind de la resursele de care dispune, cu cele ale consumatorului care constau în maximizarea nivelului de utilitate a bunurilor şi serviciilor ce i se oferă, au preocupat

Scanned with OKEN Scanner

de multă vreme pe specialişti din diversele domenii de convergenţă economico-socială, pentru stabilirea corectă a premizelor teoriei deciziei în domeniu.

Dar, pentru a putea face aşa ceva, este necesară elaborarea unei teorii adecvate a utilităţii bunurilor şi serviciilor. Cu tot paralelismul unor probleme de conţinut în aprecierea bunurilor şi serviciilor, de către producător şi beneficiar, există o deosebire importantă între cele două puncte de vedere. De altfel această deosebire se reflectă clar în expresiile de evaluare a oportunităţii valorii care exprimă punctul de vedere al producătorului, când se ia în considerare costul de fabricaţie al produsului; expresiile de calcul (1.1) şi (1.2).

O unitate productivă are întotdeauna unităţi de măsură bine definite pentru aprecierea producerii de bunuri şi servicii: tone, litri, m^2, unităţi fizice de producţie etc.; însă consumatorul poate măsura utilitatea acestor produse şi servicii în consum ? De aici o altă deosebire fundamentală între punctul de vedere al consumatorului (beneficiarul produsului). Deşi au fost propuse multe criterii de cuantificare a utilităţii, acestea au fost supuse de fiecare dată criticii.

Este greu să fie măsurată concret utilitatea. La începutul secolului al XX-lea, sociologul şi economistul italian ***Vilfredo Pareto*** (1848-1923) ***a sugerat înlocuirea cuantificării cu clasificarea***. Această sugestie are la bază consideraţia logică că pentru a reprezenta preferinţele consumatorului, măsurarea utilităţii nu este indispensabilă pentru a ordona opţiunile.

Evaluarea utilităţii bunurilor pe baza ataşării acestora, de către consumator, a unei cifre care să exprime pe scara valorică cantitatea de utilitate care decurge din consumul unui volum determinat dintr-un bun se numeşte teorie cardinală a utilităţii.

Dar, de moment ce poate fi măsurată satisfacţia conferită de un nivel de consum dat, rezultă că poate fi stabilită o ierarhie semnificativă între anumite niveluri de utilitate; dacă utilitatea de consum a unei cantităţi q_A dintr-un bun **A** este 100 şi dacă cea obţinută din q_B este 10, înseamnă că utilitatea lui q_A este de zece ori mai mare decât a lui q_B. ***Suplimentul de utilitate care decurge din consumul unei doze suplimentare egală cu unitatea, din bunul luat în consideraţie – se numeşte utilitate marginală***. Această formulare este echivalentă cu a defini utilitatea marginală U_m ca fiind raportul dintre suplimentul de utilitate ΔU şi suplimentul de consum ΔX, cu condiţia $\Delta X = 1$.

$$U_m = \frac{\Delta U}{\Delta X} \qquad (5.10)$$

În 1843, psihologul german ***Gossen*** arată însă că: ***suplimentul de utilitate furnizat în cantităţi crescătoare dintr-un bun evoluează descrescător până a deveni nul la un punct de saţietate***.

Scanned with OKEN Scanner

Însă, ***practic***, s-a constat că ***este imposibil să se elaboreze o ierarhizare cardinală a utilității***, începând din momentul în care utilitatea unui bun depinde oricât de puțin de cea a altor bunuri. ***Este necesar***, în aceste condiții, ***să se facă apel la ideea de funcție de utilitate generalizată***, o funcție de mai multe variabile; x_1, x_2, x_3,..., x_n ***fiind cantitățile diferitelor bunuri consumate, rezultă formula generală:***

$$U = U(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) \qquad (5.11)$$

Întrucât datorită interdependenței utilităților avem:

$$U(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n) = U(x_1) + U(x_2) + U(x_3) + \cdots + U(x_n) \qquad (5.12)$$

rezultă că este imposibil, în general, să construim o funcție de utilitate măsurabilă, cardinală.

Dificultățile prezentate de teoria cardinală a utilității explică pe larg succesul pe care l-a avut reformularea opțiunilor consumatorului în termeni de teorie ordinală, bazată pe ierarhizarea combinărilor de bunuri în ordinea preferinței.

Pentru stabilirea fundamentelor teoriei opțiunilor consumatorului ***este suficientă o relație de preordine foarte simplă***; raționamentul se face asupra unui număr finit de bunuri (şi servicii) repetate printr-un indice: i = 1, 2, 3, ..., n; cantitatea de bunuri i este notată q_i, iar vectorul $\mathbf{q}=(q_1, q_2, q_3, \ldots, q_n)$ se numeşte *"coş de bunuri"*. Ansamblul tuturor coşurilor de bunuri se numeşte *"spațiu de bunuri"*.

Fie "≥" o relație binară definită de spațiul de bunuri $\mathbf{q}^1 \geq \mathbf{q}^2$ se citeşte $\mathbf{q}^1$ *este preferat sau indiferent față de* $\mathbf{q}^2$, ($\mathbf{q}^1$ şi $\mathbf{q}^2$ reprezintă două coşuri de bunuri).

Teoria ordinală a opțiunilor consumatorului se bazează pe axiomele următoare:

1. Pentru orice cuplu ($\mathbf{q}^1$, $\mathbf{q}^2$) de puncte din spațiul de bunuri avem:

   sau $\mathbf{q}^1 \geq \mathbf{q}^2$ sau $\mathbf{q}^2 \geq \mathbf{q}^1$ (relație completă);

2. Pentru orice $\mathbf{q}$ din spațiul de bunuri,

   $\mathbf{q} \geq \mathbf{q}$ (reflexivitate),

3. Dacă $\mathbf{q}^1 \geq \mathbf{q}^2$ şi $\mathbf{q}^2 \geq \mathbf{q}^3$, avem

   $\mathbf{q}^1 \geq \mathbf{q}^3$ (tranzitivitate).

Relația "≥" este deci o relație de preordine completă.

Prima condiție înseamnă doar că toate coşurile de bunuri posibile pot fi clasate de consumator (relația se numeşte completă), cea de a doua condiție – trivială – îndeamnă doar că orice coş de bunuri este cel puțin la fel de dorit ca el însuşi (reflexivitate); cea de a treia condiție presupune coerența în opțiune a consumatorului (tranzitivitate). Aceste trei condiții, relativ puțin restrictive, sunt suficiente pentru elaborarea unei aşa numite teorii ordinale a utilității.

Majoritatea teoriilor moderne ale utilității se situează în cadrul analizei ordinale. În aceste condiții, consumatorul dispune din nou de o măsură a utilității, dar este vorba de o măsură ordinală.

Scanned with OKEN Scanner

Ierarhizarea operată astfel între diferitele bunuri este exprimată sub forma matematică prin funcția de utilitate, care asociază numere determinate diferitelor cantități de bunuri consumate:

$$U = U(x_1, x_2, x_3, \ldots, x_n)$$

Aceste numere indică doar un clasament sau o ordine de preferință. Însă şi ierarhizarea acestor preferințe constituie o problemă de mare dificultate. Sunt prezentate, în literatura de specialitate, diferite metode de analiză. În cele ce urmează vom prezenta două dintre cele mai recente.

Primul procedeu poate fi aplicat atât la rezultatele de tipul "da - nu", cât şi la rezultatele exprimate în aceleaşi unități de măsură sau unități de măsură diferite.

Metoda *se bazează pe ipoteza: dacă utilitatea rezultatului* **O** *este* **U**, *iar probabilitatea de apariție a lui* **O**, *apreciată pe baza prelucrării statistice a datelor de investigație, este* **p**, *atunci utilitatea acestei situații este* **p.U**. Cu alte cuvinte, *este indiferent dacă se produce un rezultat cu utilitatea* **p.U** *sau dacă un rezultat cu utilitatea* **U** *apare cu probabilitatea* **p**. Aceasta este o ipoteză fundamentală asupra comportării umane, dar în anumite circumstanțe ea s-ar putea să nu fie valabilă.

Fiind date două rezultate oarecare (obiecte, evenimente, situații sau proprietăți ale lor), utilitatea lor se poate determina folosind una din următoarele metode:

1. Se stabileşte rezultatul preferabil; să admitem că O_1 este preferat lui O_2, $O_1 > O_2$.

2. Se găseşte probabilitatea α astfel încât să nu existe nici o preferință între αO_1 şi O_2; altfel spus, este indiferent dacă rezultatul preferat se produce cu probabilitatea α sau se obține O_2 în mod sigur.

Odată obținut α, cu probabilitatea $\alpha.O_1 = O_2$, putem lua utilitatea lui O_2 egală cu **1**, utilitatea lui O_1 fiind atunci $\frac{1}{\alpha}$.

În general, fiind dată o mulțime de rezultate acestea se aranjează în ordinea preferinței şi apoi se consideră diferitele perechi. De exemplu, să presupunem că avem trei rezultate O_1, O_2 şi O_3. O_1 fiind cel preferat, iar O_3 cel mai puțin preferat. Se găseşte mai întâi α_1 astfel încât:

$$\alpha_1.O_1 = O_3$$

Utilitatea lui O_3 se ia egală cu **1**; utilitatea lui O_1 va fi $\frac{1}{\alpha_1}$. Se găseşte acum α_2 astfel încât:

$$\alpha_2.O_2 = O_3$$

Scanned with OKEN Scanner

şi se atribuie lui O_2 utilitatea $\frac{1}{\alpha_2}$.

Pentru a verifica compatibilitatea acestor rezultate se caută α_3 astfel încât:

$$\alpha_3 . O_1 = O_2$$

utilitatea lui O_2 fiind cea determinată anterior.

De exemplu, dacă:

$$0,50 .(O_2) = O_3; \quad U(O_2) = \frac{1}{0,50} = 2,0$$

$$0,25 .(O_1) = O_3; \; U(O_1) = \frac{1}{0,25} = 4,0$$

şi dacă:

$$\alpha_3 . (O_1) = U(O_2) = 2,0$$

va trebui ca α_3 astfel găsit să aibă valoarea:

$$\alpha_3 = \frac{2,0}{4,0} = 0,50$$

deoarece numai în caz contrar rezultatele ar fi inconsistente şi ar trebui corectate.

Numărul verificărilor posibile creşte odată cu **n**. Pentru **n = 3** se poate face o singură verificare. Pentru **n = 4** se pot efectua 3 verificări: O_1 şi O_3, O_1 şi O_2 şi O_2 şi O_3. În general, numărul verificărilor posibile este: **1+2+3+...+(n-2)**.

Al doilea procedeu care nu implică utilizarea probabilităţilor, dar care este aplicabil numai rezultatelor de tipul "da-nu", având utilităţi independente se bazează pe următoarele ipoteze:

1. Fiecărui rezultat O_j îi corespunde un număr real nenegativ U_j care este interpretat ca fiind o măsură a importanţei relative a lui O_j.

2. Dacă O_j este mai important decât O_k, atunci $U_j > U_k$, iar dacă O_j şi O_k au aceeaşi importanţă $U_j = U_k$.

3. Dacă O_j şi O_k au utilităţile U_j şi respectiv U_k, atunci utilitatea rezultatului combinat O_j şi O_k este $U_j + U_k$.

Această ipoteză nu se aplică dacă rezultatele O_j şi O_k sunt disjuncte (adică nu se pot produce simultan). De asemenea ea îşi pierde valabilitatea atunci când apariţia lui O_j atrage după sine producerea lui O_k, dar realizarea lui O_k nu implică apariţia lui O_j; de exemplu, O_j = câştigul anual este de cel puţin 10 u.m. (unităţi monetare) şi O_k = câştigul anual este de cel puţin 5 u.m.

Ipoteza 3 reprezintă condiţia de *aditivitate*. Ea are următoarele corolare importante:

Scanned with OKEN Scanner

3a. Dacă O_j este preferabil lui O_k, iar O_k este preferabil lui O_l, rezultatul combinat O_j şi O_k este preferabil lui O_l.

Acest corolar s-ar putea să nu fie valabil, dacă O_j şi O_k sunt disjuncte, de exemplu, dacă O_j = Vasile va pleca astă seară cu trenul de Iaşi spre Bucureşti şi O_k = Vasile va pleca astă seară de la Iaşi la Ploieşti. Dacă se elimină "astă seară" corolarul este satisfăcut.

3b. $U(O_j$ şi $O_k) = U(O_k$ şi $O_j)$, adică ordinea în care se prezintă rezultatele nu are importanţă.

3c. Dacă $U(O_j$ şi $O_k) = U(O_k)$, atunci $U_j = 0$.

Deşi, în principiu, cele trei ipoteze restrâng posibilităţile de aplicare, în practică s-a constatat că procedeul poate fi utilizat totuşi pe scară destul de mare.

În continuare se va prezenta descrierea metodei.

1. Cele **n** rezultate se aranjează în ordinea preferinţei, O_1 fiind rezultatul cel mai preferat, iar O_n rezultatul cel mai puţin preferat.

Tabelul 5.1

Algoritm simplificat pentru al doilea procedeu

Start: O_1 sau O_2+ O_3+...+ O_n	O_2 sau O_3+ O_4+...+ O_n	...	O_{n-2} sau O_{n-1}+ O_n
O_1 sau O_2+ O_3+...+ O_{n-1}	O_2 sau O_3+ O_4+...+ O_{n-1}	...	Stop
O_1 sau O_2+ O_3+...+ O_{n-2}	O_2 sau O_3+ O_4+...+ O_{n-2}	...	
. . .	. . .	. . .	
O_1 sau O_2+ O_3	O_2 sau O_3+ O_4	...	
Coloana următoare	Coloana următoare	...	

2. Lui O_n i se atribuie utilitatea **1**, iar celorlalte rezultate li se atribuie utilităţile care reflectă importanţa lor pentru conducătorul firmei (sau pentru cel care ia decizia). Aceste numere nu vor fi arătate conducătorului pe durata etapei următoare.

3. Se prezintă conducătorului firmei variantele din tabelul 5.1 sau 5.2 (programul dezvoltat din tabelul 5.2 conduce la rezultate mai precise decât cel din tabelul 5.1, dar necesită mai mult timp şi răbdare). Conducătorul firmei (sau decidentul) trebuie să aleagă rezultatele preferate, începând cu primul rând din coloana întâi. Dacă rezultatul din membrul stâng este preferat (sau este la fel de preferat) celui din membrul drept, se continuă cu primul rând din coloana următoare. În caz contrar, se continuă cu rândul următor din aceeaşi coloană.

4. Se verifică dacă numerele asociate rezultatelor la etapa a doua sunt compatibile cu inegalităţile obţinute la etapa a treia. Dacă

Scanned with OKEN Scanner

nu, se modifică aceste numere cât mai puțin posibil, astfel încât inegalitățile să devină consistente.

Tabel 5.2.

Algoritm dezvoltat pentru al doilea procedeu (a – variante care nu sunt prezentate în tabelul 5.1)

Start: O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_n$	O_2 sau $O_3+O_4+\ldots+O_n$	...	O_{n-2} sau $O_{n-1}+O_n$
O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-1}$	O_2 sau $O_3+O_4+\ldots+O_{n-1}$	...	Stop
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-2}+O_n$	O_2 sau $O_3+O_4+\ldots+O_{n-2}+O_n$	...	
O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-2}$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-3}+O_{n-1}+O_n$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-3}+O_{n-1}$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-3}+O_n$	.....	...	
O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-3}$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_{n-2}+O_{n-1}+O_n$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_{n-2}+O_{n-1}$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_{n-2}+O_n$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_{n-1}+O_n$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_{n-1}$	.....	...	
a.O_1 sau $O_2+O_3+\ldots+O_{n-4}+O_n$	.....	...	
. . .	. . .	. . .	
O_1 sau O_2+O_3	O_2 sau O_3+O_4	..	
Coloana următoare	Coloana următoare	..	

Se presupune, de exemplu, că în cazul a cinci rezultate au fost atribuite următoarele ponderi în etapa a doua:

O_1: 7;
O_2: 4;
O_3: 2;
O_4: 1,5;
O_5: 1.

Utilizând programul dezvoltat din tabelul 5.2, s-au obținut următoarele aprecieri (aici semnul > înseamnă "preferabil lui", iar semnul < "mai puțin preferat decât").

1) $O_1 < O_2 + O_3 + O_4 + O_5$;
2) $O_1 < O_2 + O_3 + O_4$;
3) $O_1 < O_2 + O_3 + O_5$;
4) $O_1 > O_2 + O_3$;
5) $O_2 < O_3 + O_4 + O_5$;
6) $O_2 > O_3 + O_4$;
7) $O_3 > O_4 + O_5$.

Se va examina, în continuare, dacă aceste relații sunt compatibile cu ponderile asociate inițial. Se va începe cu ultima relație.

7) Inegalitatea este incompatibilă pentru ponderile inițiale; cel mai simplu este să se înlocuiască 2,0, asociat lui O_3, cu numărul 3,0.

6) devine incompatibil, de aceea se modifică ponderea lui O_2, luând-o egală cu 5,0;

5) se verifică cu noile valori;

4) este incompatibil. Ponderea lui O_1 se va lua egală cu 9,0;

3) este incompatibil. Se va micşora ponderea lui O_1 la 8,5 astfel ca 4) să rămână satisfăcut;

2) se verifică;

1) se verifică.

Au rezultat utilitățile:

O_1: 8,5;
O_2: 5;
O_3: 3;
O_4: 1,5;
O_5: 1.

Este clar că acest procedeu devine greoi, dacă numărul rezultatelor este foarte mare, dar cu o uşoară modificare va putea fi aplicat la orice număr de rezultate. În practică s-au considerat cazuri având până la 200 de rezultate. Se presupune existența a 17 rezultate: $O_1, \ldots, O_{17}$.

Practic s-a constat că mulțimile ce conțin mai mult de opt rezultate sunt greu de mânuit; cele mai recomandabile sunt cele formate din şase rezultate. De aceea se va încerca să se dividă cele 17 rezultate în trei grupe aproximativ egale. Se va proceda în felul următor:

1. Se alege un rezultat la întâmplare, fie acesta O_1;

2. Rezultatele rămase se împart, la întâmplare, în trei grupe: două grupe conțin câte cinci rezultate, iar a treia grupă şase. Se

Scanned with OKEN Scanner

adaugă la fiecare din aceste grupe rezultatul la care ne-am fixat în prima etapă. Va rezulta, de exemplu:

O_4	O_4	O_4
O_1	O_2	O_5
O_2	O_3	O_7
O_{10}	O_6	O_{11}
O_{15}	O_8	O_{13}
O_{17}	O_{14}	O_{13}
		O_{16}

3. Se aplică procedeul descris anterior pentru fiecare grupă de rezultate, separat. În prealabil însă, se asociază lui O_4 un număr, de exemplu 10, şi se cere conducătorului firmei (decidentului), ca atunci când execută operaţiile din etapa a doua, să ţină seama de acest număr, pe care nu-l va putea modifica. De asemenea, în timpul efectuării ajutărilor din etapa a patra, numărul trebuie să rămână neschimbat, pe când toate celelalte pot fi variate.

În fond, în acest fel se introduce *o bază de comparaţie* (standard) în fiecare grupă de rezultate. Consistenţa rezultatelor obţinute se stabileşte uşor, formând noi grupări şi alegând noi standarde, după care procedeul se repetă. Dacă rezultatele obţinute nu corespund, atunci o reexaminare a problemei, împreună cu conducătorul firmei, va clarifica de obicei situaţia.

La utilizarea acestei metode, ca şi a altor metode de măsurare a utilităţii, se ridică o problemă în cazul în care conducerea firmei este formată din doi sau mai mulţi membri. Există două posibilităţi ce se pot aplica în astfel de situaţii.

1. *Hotărâri deschise*. Fiecare posibilitate de alegere oferită conducerii se pune la vot; decizia se ia pe baza unui anumit criteriu, de exemplu pe baza majorităţii voturilor exprimate. Criteriul trebuie să fie cel utilizat la luarea deciziilor obişnuite.

2. *Hotărâri închise*. Fiecare membru al conducerii îşi prezintă propriile estimaţii, în mod individual. Utilitatea atribuită fiecărui rezultat va fi o anumită funcţie de utilităţile subalternilor săi, reflectate în anumite utilităţi "globale", fiecare subaltern fiind cotat cu o anumită pondere. În acest caz se aplică, cu concursului superiorului, următorul procedeu de agregare a rezultatelor individuale pentru determinarea ponderilor W_k atribuite fiecărui subaltern. Se obţine de la fiecare subaltern k utilităţile U_{jk} ale rezultatelor j. Utilitatea globală a rezultatului j va fi:

$$\sum_k W_k U_{jk}$$

Determinarea utilităţii joacă un rol central în soluţionarea problemelor fundamentale ale analizei valorii sau de opţiune pentru acţiuni ale decidenţilor. Se va considera, spre exemplu, o problemă obişnuită care survine deseori în practică, de repartiţie a fondurilor de investiţie pentru dezvoltare a unor activităţi productive.

Scanned with OKEN Scanner

Se presupune că într-un important institut de cercetare, compus din 15 colective, s-a primit a anumită sumă pentru procurarea de echipamente tehnologice în vederea dotării tehnice de lucru. Se cere fiecărui conducător de colectiv o listă cu echipamentele necesare, pe care le doreşte. De regulă, după totalizarea acestor liste şi calcularea preţurilor de achiziţie a echipamentelor tehnologice solicitate, se constată că suma totală întrece de câteva ori fondul alocat. În această situaţie, se punea problema selectării acelor obiecte de pe lista generală care să rămână a fi achiziţionate în limita fondurilor alocate în acest scop. Pentru o selecţie corectă a echipamentelor de achiziţionat s-a utilizat următorul procedeu.

1. Fiecărui conducător de colectiv şi conducătorului general al institutului li s-a cerut să participe, individual, la determinarea gradului de importanţă al activităţii fiecărui colectiv din cadrul institutului, utilizând în acest scop procedeul de agregare a punctelor de vedere individuale. Fiecare din participanţii la anchetă trebuia să ordoneze activităţile colectivelor după importanţa lor, să le atribuie nişte numere care să reflecte această importanţă şi să-şi stabilească preferinţele în cadrul programului anchetei.

Contrar aşteptărilor, rezultatele au fost consistente. Şefii de colective nu şi-au plasat colectivele pe primul loc, neglijând necesităţile celorlalte colective. S-a calculat valoarea medie a datelor obţinute în acest fel şi s-au obţinut ponderile W_k $(1 \le k \le 15)$, asociate fiecărui colectiv.

2. Fiecărui conducător de colectiv i s-a cerut să indice acele obiecte de pe lista generală, care îi sunt necesare. Unele echipamente s-au dovedit necesare mai multor colective; bineînţeles, fiecare articol de pe listă a fost solicitat de cel puţin un colectiv.

3. S-a procedat la determinarea utilităţii obiectelor de pe lista generală, pentru fiecare colectiv în parte. Utilităţile corespunzătoare fiecărui conducător de colectiv au fost împărţite la suma lor, astfel încât suma utilităţilor rezultate să dea 1. Se notează cu U_{jk} utilitatea "normalizată" a echipamentului j, corespunzătoare conducătorului colectivului k.

4. Pentru fiecare echipament j s-a calculat suma ponderată a utilităţilor,

$$\sum_k W_k U_{jk}$$

Această sumă s-a împărţit la preţul echipamentului, pentru a obţine utilitatea pe u.m. (unitate monetară). Articolele de pe listă au fost rearanjate apoi pe rând, până s-a ajuns la epuizare fondurilor alocate.

Prin acest procedeu s-a maximizat deci utilitatea estimată, cu condiţia respectării bugetului dat. Fiecare colectiv a primit cel puţin unele din echipamentele pe care le dorea. Deşi aici n-au fost explicate toate detaliile, se poate vedea că procedeul este loial. Cele

Scanned with OKEN Scanner

două avantaje importante pe care le oferă constau în micşorarea timpului necesar pregătirii listei de achiziţii şi reducerea ostilităţii dintre conducătorii de colective, pe care procedeul obişnuit le stimulează în fiecare an.

5.3. Analiza funcţiunilor produselor

În cadrul acestei analize a funcţiunilor produselor, vom considera produs fie un ansamblu de piese montate fie un element constitutiv al acestuia (o piesă), fie o activitate oarecare. Funcţiile pot avea rol de funcţii de utilizare productivă a produsului sau de funcţii de vânzare a acestuia. Funcţiile de vânzare condiţionează prestigiul comercial al producătorului şi valoarea de schimb a produsului. Este de cunoscut faptul că multe obiecte de folosinţă curentă au atât funcţii principale de întrebuinţare cât şi funcţii de vânzare sau de prezentare. Astfel aparatele şi instalaţiile casnice, de exemplu, sunt mai competitive dacă sunt concepute şi cu un aspect atrăgător, estetic.

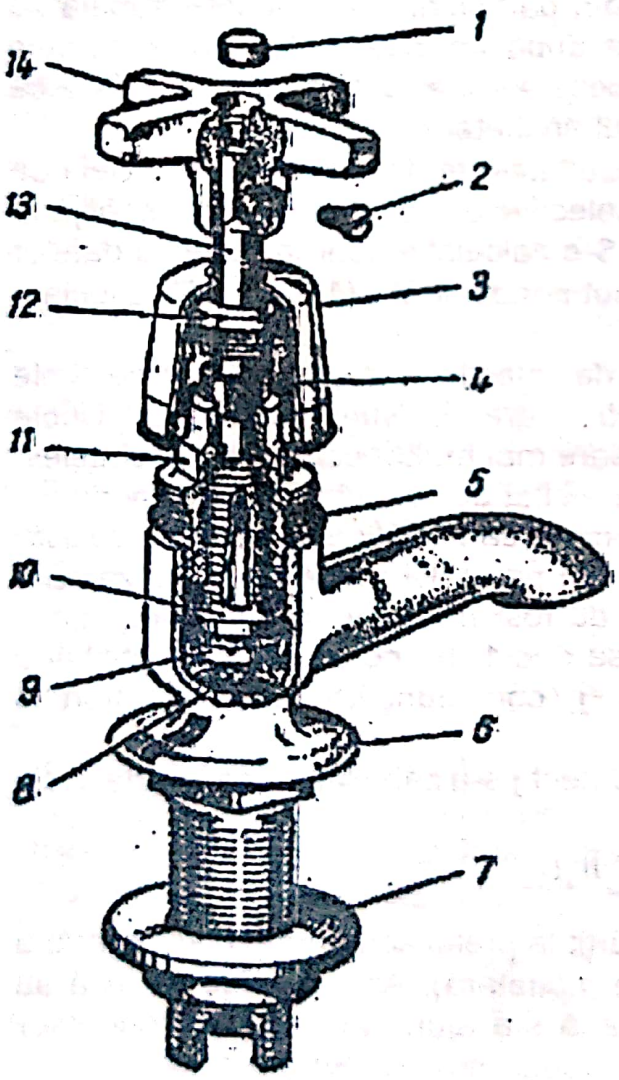


Fig. 5.1. Robinet de lavoar

Funcţiile de utilizare (întrebuinţare), ca şi funcţiile de vânzare se pot exprima prin substantive cuantificate, ca de exemplu: de a produce un cuplu de torsiune, de a susţine o greutate, de a amplifica sunetul etc. în timp ce funcţiile de vânzare se exprimă prin substantive nemăsurabile, de exemplu: îmbunătăţirea aspectului exterior

Pentru definirea şi analiza corectă a funcţiunilor produselor, este necesar să se răspundă corect la întrebările ce este ? ce face ?. Răspunsul corect la aceste întrebări ne conduce pe calea cea bună de apreciere intrinsecă a funcţiunilor şi posibilităţilor de creştere a calităţii de răspuns la cerinţele practice.

Scanned with OKEN Scanner

Se poate prezenta o listă cu substantive şi verbe folosite uzual la specificarea utilităţii funcţiilor de întrebuinţare sau de vânzare:

Funcţii de întrebuinţare:

Verbe: a controla, a susţine, a începe, a respinge, a transmite, a atrage, a menţine, a emite, a induce, a conţine, a conduce, a localiza, a aduna, a izola, a amplifica, a transporta, a preveni, a schimba, a proteja, a filtra, a apăra, a întrerupe, a modula, a rectifica.

Tabelul 5.3

Analiza funcţiunilor unui robinet de lavoar (figura 5.1)

Funcţii realizate						
Nr. crt	Denumirea obişnuită	Descriere în analiza valorii	Verb	Substantiv	Clasa	Explicaţii
1	Indicator colorat	butoane de identificare	furnizează ameliorează	o informaţie aspectul	S_i P_v	Forma şi culoarea butonului
2	Şurub de fixare	şurub-fixează	fixează transmite rezistă şi ameliorează	poziţionarea torsiune la coroziune	P_i P_i S_i P_v	Prin crestătura pentru şurubelniţa (F). Material: alamă + cromat
3	Capsulă	înveliş-piuliţa, presgarnitură şi carcasă	permite realizează rezistă ameliorează	rotirea la fixarea coroziunea aspectul	S_i S_i P_v P_v	Printr-un orificiu în partea superioară a învelişului. Partea inferioară a învelişului e filetată interior (F). Material: alamă. Disimulează piuliţa. Presgarnitură şi carcasa formă-finisaj atrăgător (cromare)
4	Garnitură de etanşare	garnitură de etanşare a presgarniturii	împiedică	scurgerea	P_i	Robinetul funcţionează chiar dacă există scurgeri, dar este un mare dezavantaj la vânzare.
5	Şaibă de etanşare	şaibă de etanşare	împiedică	scurgerea	P_i S_v	idem
6	Corpul robinetului	corpul robinetului	asigură dirijează poziţionează	locaşul (ventil) fluxul carcasă	P_i P_i P_i	Faţă prelucrată Ţeavă de scurgere (V) Ţeavă filetată în partea superioară a corpului

Scanned with OKEN Scanner

			susţine rezistă	ansamblul la torsiune	S_f	Piuliţă pătrată la bază şi pe lungimea bazei filetată (P)
			racordează	conducta de alimentare	P_f	Contrapiuliţa de pe conducta de a-limentare se înşu-rubează pe filetul exterior
			împiedică	scurgerea	S_f S_v	Alezaj teşit pentru piuliţa olandeză la racordul cu conducta de alimentare
			rezistă ameliorează reţine	coroziune aspectul presiune	P_f P_v P_f	Material-alamă Cromare Soliditate din proiectare.
7	Contra-piuliţă	piuliţă de siguranţă	fixează transmite rezistă	ansamblul torsiune coroziune	P_f S_f P_f	Forma exterioară hexagonală Material-alamă
8	Piuliţa ventilului	Piuliţă. Fixează garnitura ventilului	fixează transmite rezistă	şaiba torsiune coroziune	P_f S_f P_f	Formă exterioară hexagonală Material-alamă
9	Garnitura ventilului	garnitură ventil	împiedică	scurgerea	P_f, P_v	Material-cauciuc
			potriveşte controlează potriveşte poziţionează	ventilul debitul poziţia axului garnitura	S_f P_f P_f S_f	Gaură de mijloc (P)
10	Ventil	ventil	controlează potriveşte poziţionează fixează rezistă	debitul poziţia axului garnitura garnitura coroziune	P_f S_f S_f S_f S_f	Ştift superior (P) Ştift şi colier (P) Ştift filetat (F) Material-alamă
11	Corpul robinetului	carcasă-ax şi presgarni-tură	poziţionează conţine	piuliţă presgaritură garnitură de etanşare	S_f S_f	Filet în partea superioară a ţevii (P)
			poziţionează	axul	P_f	Orificiul interior micşorat şi filet în partea inferioară a orificiului (F)
			transmite	mişcarea	P_f	Partea inferioară filetată interior
			realizează	fixarea	S_f	Filet exterior în partea inferioară (F)
			apără	dispozitivul de etanşare	S_f	Între pragul filetat şi corpul robinetului
			fixează	învelişul	S_f	Filet pe colier (F)
			transmite rezistă	torsiune coroziune	S_f P_f	Ştift hexagonal Material-alamă

Scanned with OKEN Scanner

			rezistă	presiune	P_i	Soliditate din proiectare
12	Presgarnitură	piuliță presgarnitură	permite transmite produce rezistă	rotirea torsiune fixare coroziune	S_i S_i S_i P_i	Orificiu Cap hexagonal Filetări exterioare (F) Material-alamă
13	Ax	ax-acționează vertical	transmite produce comprimă rezistă	torsiune fixare presgarnitura coroziune	P_i S_i P_i P_i	Capăt de formă pătrată Filetări exterioare (F) La înșurubare, deci costul funcției apare în timpul operației de asamblare Material-alamă
14	Rozetă în cruce	mâner	transmite realizează rezistă ameliorează realizează fixează	torsiune transmisia coroziune aspectul blocarea butonul	P_i P_i P_i P_v S_i S_i	Știut pătrat Forma și dimensiunile brațelor. Material-alamă Cromare Orificiu blocat pentru șurubul de fixare (F) Pentru butonul de identificare (F)

Legendă: S_i – funcție secundară de îmbunătățire; P_i – funcție principală de întrebuințare; F – funcție de fixare; S_v – funcție secundară de vânzare; P_v – funcție principală de vânzare; P – funcție de poziționare.

Substantive (măsurabile): densitate, dimensiune, sarcină, presiune, contrapresiune, timp, torsiune, greutate, contaminare, eroziune, flux, curent, căldura, lumină, pulsație, frecvență, vibrație, energie, radiație, temperatură.

Substantive (nemăsurabile): articol, circuit, pagubă, dispozitiv, echilibru, reper, reparație, banc.

Funcții de vânzare:

Verbe: a atrage, a crea, a scădea, a spori, a îmbunătăți, a crește, a indica.

Substantive (nemăsurabile): aspect, frumusețe, comoditate, cost, concepție, efect, caracteristică, formă, atractivitate, prestigiu, eleganță, simetrie.

Exemplificarea analizei funcțiunilor unui proces se face prezentând modul de utilizare a acestora pentru un robinet de lavoar (figura 5.1) în tabel 5.3.

Scanned with OKEN Scanner

5.3. Analiza funcțională şi tehnologică a produselor

Desigur că orice produs realizat urmăreşte a satisface o necesitate, a răspunde unor cerințe social-umane. De ce ? Întrucât aceste "satisfaceri" conferă valoare de întrebuințare şi valoare de schimb produsului considerat.

Dar, în acelaşi timp, producătorul urmăreşte ca produsul să poată fi achiziționat de un număr tot mai mare de cumpărători. Aceasta se poate face numai prin posibilitatea creată unor pături sociale tot mai largi de a cumpăra produsul respectiv. Cum se poate realiza acest deziderat ? Simplu ! Prin reducerea continuă a costurilor de fabricație şi deci a prețului de vânzare. Ori reducerea costurilor de fabricație se poate realiza prin creşterea tehnologicității produsului şi aceasta se obține printr-o analiză corespunzătoare a ansamblului produsului şi a elementelor sale constitutive.

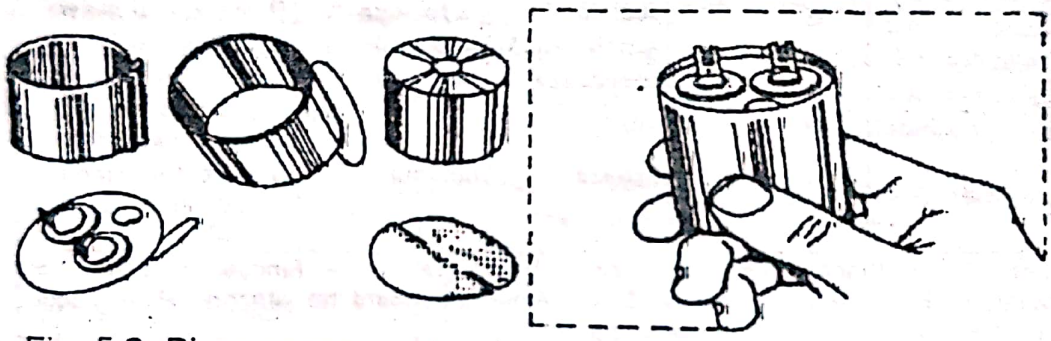


Fig. 5.2. Piese componente ale unui condensator (a) şi vedere de ansamblu a acestuia (b)(în proiecție axonometrică)

În figura 5.2 se prezintă, în proiecție axonometrică, formele constructiv-funcționale ale elementelor constitutive şi de ansamblu a unui condensator. Pentru analiza tehnologică a acestuia se procedează în felul următor.

În primul rând se întocmeşte o diagramă de montaj, prezentată în figura 5.3. Aceste diagrame de montaj sunt foarte utile mai ales când produsul este complex. Ele ajută la vizualizarea fluxului materialelor şi a legăturilor între piese, momentul când este nevoie de o anumită piesă în procesul de asamblare, ce piese intră în componența unor subansamble, momentul în care o piesă achiziționată este utilizată în procesul de asamblare. Folosind condensatorul prezentat în figura 5.2, ca un exemplu, un prim pas este întocmirea însăşi a "diagramei de montaj", prezentată în figura 5.3. Este notat modul clar în care diagrama prezintă legăturile între piese, succesiunea în asamblare, şi care anume piese alcătuiesc anumite subansamble. Este, în esență, un model schematic al întregului proces de fabricație la un prim nivel de informare şi detaliu.

Scanned with OKEN Scanner

Exemplul prezentat, al condensatorului, este suficient de simplu, pentru ca diagrama de montaj să fie corect apreciată ca necesitate, informațiile furnizate de aceasta fiind preluate ulterior la întocmirea diagramei de operare, prezentată mai departe. Pentru produse într-adevăr complexe, ca o mașină-unealtă, un autocamion etc., ar fi dificil să se înțeleagă planul complex al produsului, fără o diagramă de montaj.

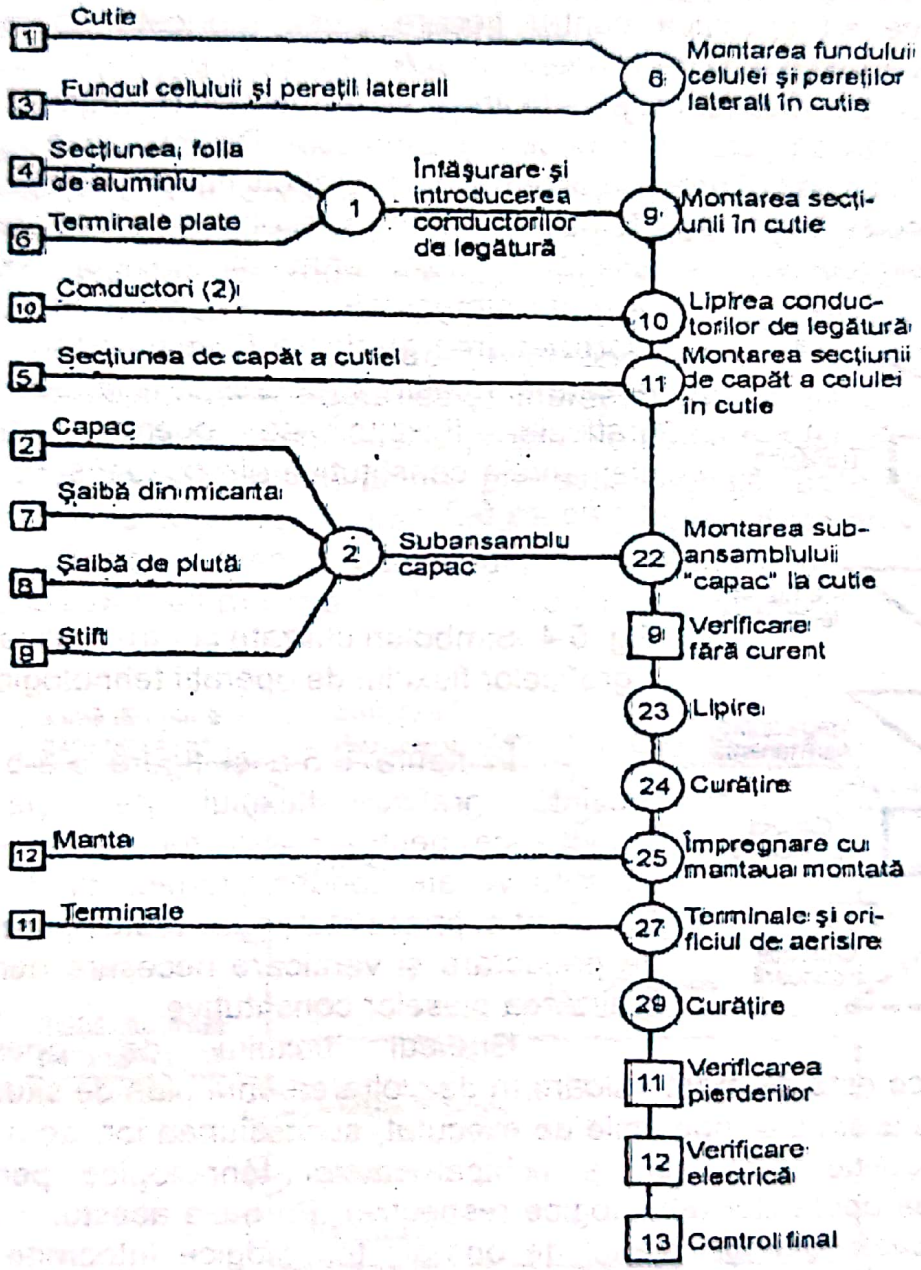


Fig. 5.3. Graficul operațiilor de montaj pentru condensatorul prezentat în figura 5.2

Diagramele de montaj pot fi utilizate în executarea unor planuri preliminare privind subansamblele probabile (existând de

obicei alternative, de exemplu, montarea separată a unor subsansamble la un alt producător, prin colaborare) şi însuşirea unor metode generale de fabricare. De exemplu, în ce măsură liniile de producţie şi organizarea funcţională a prelucrărilor par potrivite ? Deciziile finale, evident, depind de mulţi alţi factori care trebuie luaţi în considerare.

În al doilea rând, se întocmeşte graficul fluxului de operaţii tehnologice. Acesta răspunde la întrebarea: cum să fabrici pentru ca costurile de fabricaţie să fie minime ? În graficul fluxului de operaţii tehnologice se specifică pentru fiecare piesă fabricată operaţiile tehnologice necesare, în succesiune potrivită, echipamentul utilizat, utilaje speciale, dispozitivele de fixare şi instrumentele de măsură. Se adaugă şi estimări ale timpului de lucru necesar. Desigur, la început, pentru analiza valorii procesului tehnologic, graficul fluxului de operaţii tehnologice se întocmeşte folosind anumite simboluri adoptate pentru reprezentarea diverselor activităţi din fluxul tehnologic. În figura 5.4 se prezintă simbolurile luate în considerare la reprezentarea grafică a fluxului tehnologic. Aceste simboluri s-au utilizat la întocmirea graficului fluxului de operaţii pentru elementele constitutive ale condensatorului din figura 5.2.

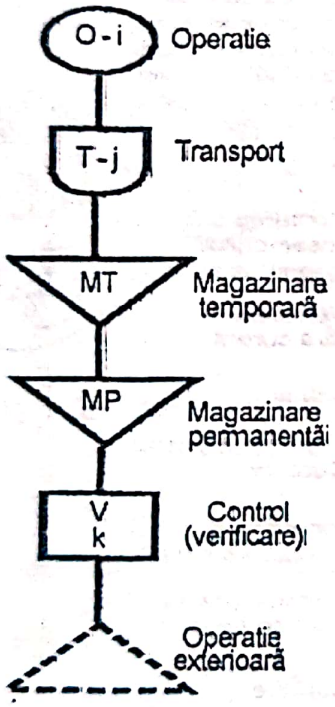


Fig. 5.4. Simboluri utilizate pentru realizarea graficelor fluxului de operaţii tehnologice

În figura 5.5-a şi figura 5.5-b se prezintă graficul fluxului de operaţii tehnologice - pentru realizarea elementelor constitutive ale condensatorului din figura 5.2. Sunt cuprinse rezumativ toate operaţiile de prelucrare şi verificare necesare pentru realizarea pieselor constitutive.

Graficul fluxului de operaţii tehnologice este de mare valoare în dezvoltarea unui plan de situaţii. Diagrama arată clar operaţiile de executat, succesiunea lor, de unde se pot obţine date asupra echipamentelor tehnologice pentru executarea operaţiilor tehnologice respective. Pe baza acestui grafic se realizează, ulterior, planul de operaţii tehnologice întocmite de specialiştii din domeniul tehnologiei de fabricaţie.

Graficul fluxului operaţiilor tehnologice constituie o dezvoltare a unui plan pentru fabricarea unui nou produs şi dezvoltarea unor noi facilităţi, însă el poate fi utilizat şi la analiza unor operaţii existente. Pe măsura trecerii timpului au loc schimbări în programul de fabricaţie, datorate reproiectării, adăugirii sau eliminării

Scanned with OKEN Scanner

unor produse din fabricaţie şi a progresului în tehnologia de fabricare. Uneori se introduc unele operaţii temporare din cauza unor evenimente neprevăzute, aceste operaţii pot deveni permanente, dacă nimeni nu intervine ulterior să le înlăture, odată ce neprevăzutul a fost înlăturat. Revederea operaţiilor existente este adesea fructuoasă pentru eliminarea unor operaţii ce se execută de două ori sau pentru schimbarea unui flux nelogic. Divizarea procesului de fabricare general în operaţiile sale componente şi verificarea structurii logice a graficului fluxului de operaţii formează baza pentru analiza fiecărei activităţi şi a relaţiilor dintre ele.

Pe baza graficului fluxului operaţiilor tehnologice se poate întocmi apoi graficul fluxului procesului de producţie conceput similar, adăugându-se însă mai multe detalii cum ar fi mai ales activităţile neproductive, ale deplasării materiilor prime dintr-un loc în altul, activităţile de transport şi de magazinare la informaţiile înregistrate. Aceste activităţi neproductive cer muncă şi echipament pentru transport, încărcare, descărcare, investiţii de capital pentru spaţiul de depozitare industrial. Natura deci, metodele de conducere industriale, sunt pe deplin îndreptăţite să-şi îndrepte atenţia asupra acestor activităţi, astfel ca şi cheltuielile pentru ele să fie reduse la minimum în cadrul costului minim pentru producţia globală. Este evident că descreşterea costurilor aflate în prelucrare, prin reducerea volumului loturilor poate avea repercursiuni în cheltuieli de mânuire a materialelor mult mai mari şi în muncă inutilă pe maşini.

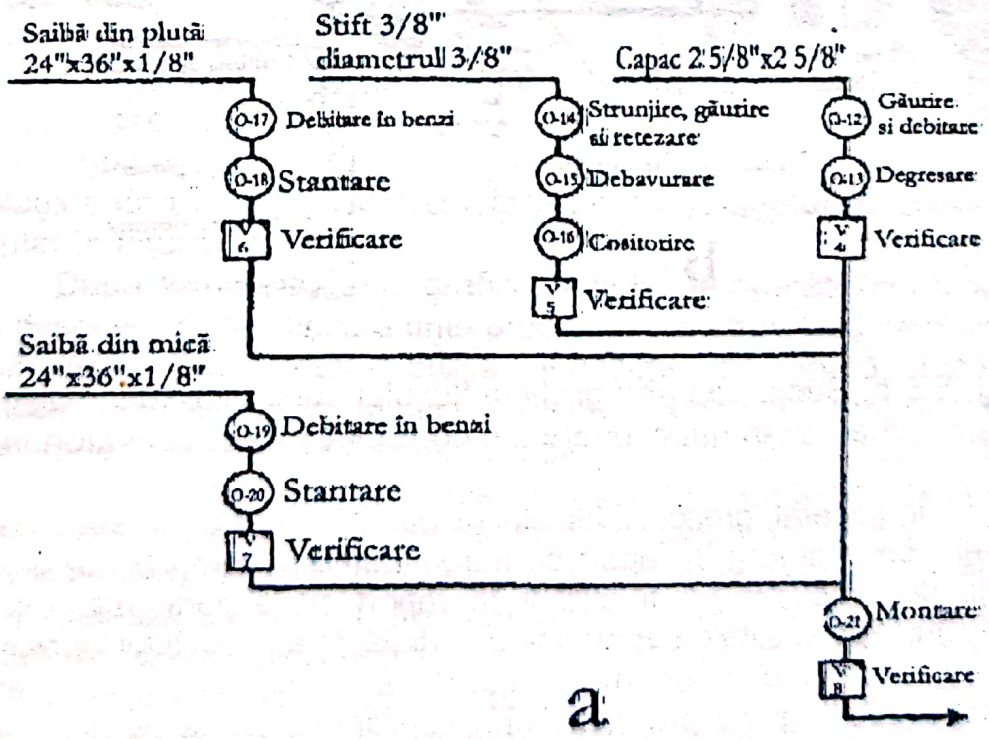


Fig. 5.5-a. Secţiunea prin graficul fluxului operaţiilor tehnologice pentru realizarea unor repere din componenţa condensatorului

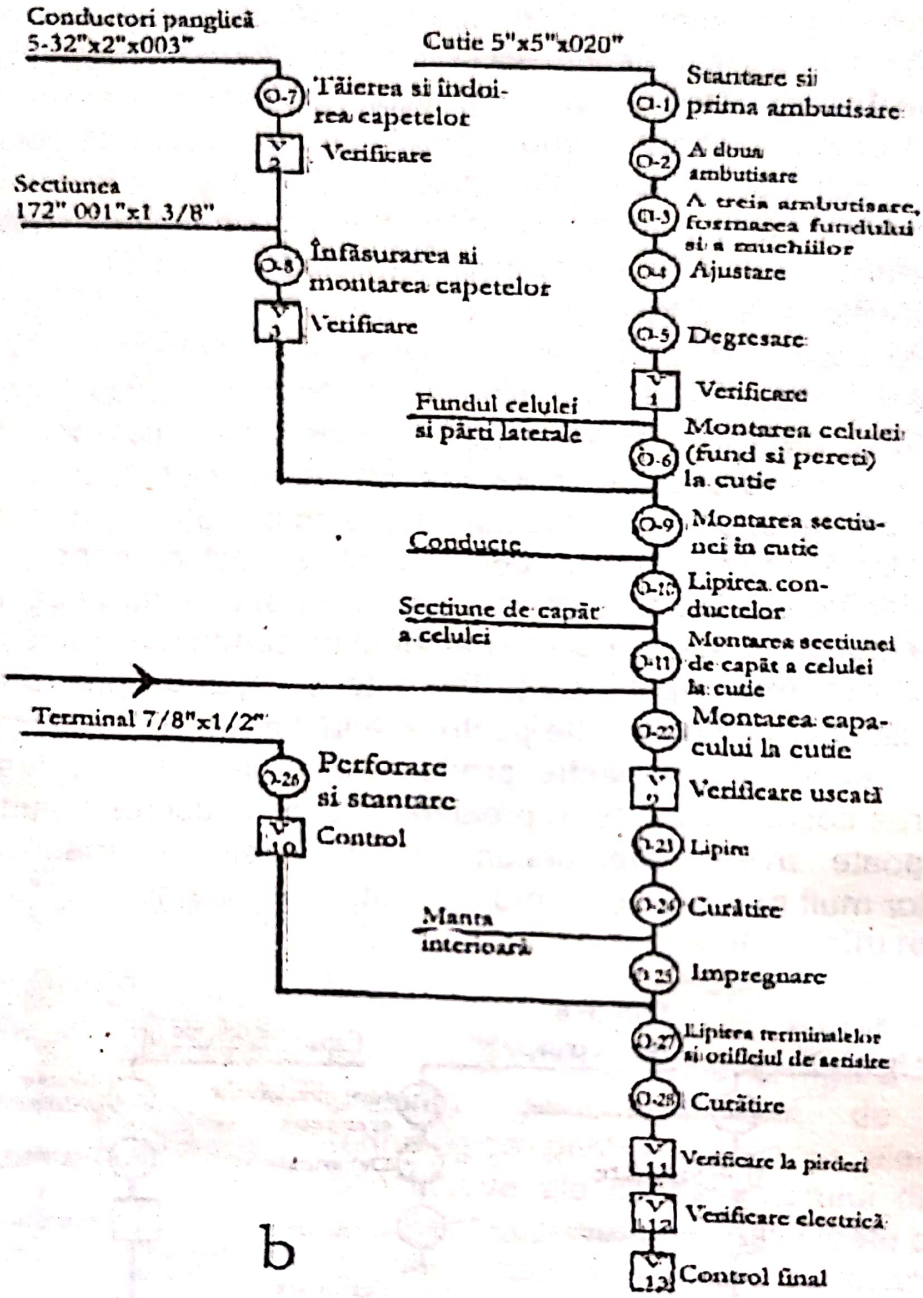


Fig. 5.5-b. Secțiunea prin graficul fluxului operațiilor tehnologice pentru realizarea unor repere din componența condensatorului

În general, graficului fluxului de operații tehnologice se utilizează la nivelul cel mai larg în raport cu întregul produs complex, iar graficul fluxului de producție va fi utilizat în raport cu o parte mai mică a produsului. Totuşi este o suprapunere parțială, în aria costului lor real.

Deseori este de mare ajutor să se suplimenteze graficul fluxului proceselor de producție prin suprapunerea sa pe un plan al spațiului de producție, pentru o mai bună vizualizare a relațiilor spațiale. Rezultatul se numeşte *diagramă de flux*. Se analizează

Scanned with OKEN Scanner

fiecare detaliu al procesului, în primul rând cu scopul eliminării complete a paşilor care nu pot fi justificaţi şi în al doilea rând cu scopul combinării operaţiilor.

În momentul când sau eliminat toate operaţiile tehnologice de prelucrare inutile, s-au efectuat toate schimbările în succesiunea operaţiilor tehnologice de prelucrare şi toate combinările între ele care duc la reducerea costului de fabricaţie, mai rămâne întrebarea finală privind necesitatea operaţiilor de transport şi depozitare şi dacă sunt necesare – modernizarea acestora.

Se trece, în final, la ultimul nivel de analiză tehnologică, care consideră operaţia individuală ca unitate. Aici definiţia unei operaţii nu coincide în mod necesar cu aceea dată de graficele fluxului de operaţii şi de graficele flux ale procesului de producţie. Poate fi vorba de activitatea de transport a materialelor şi depozitarea acestora, sau de orice muncă indirectă, sub ordonată fluxului direct de producţie, sau de orice operaţie, direct legată de producţie, definite în graficele mai sus. Avem în vedere tipurile de analiză utilizate în ajutorul proiectării sau la îmbunătăţirea organizării locurilor de muncă, din punctul de vedere al sistemului de producţie om-maşină.

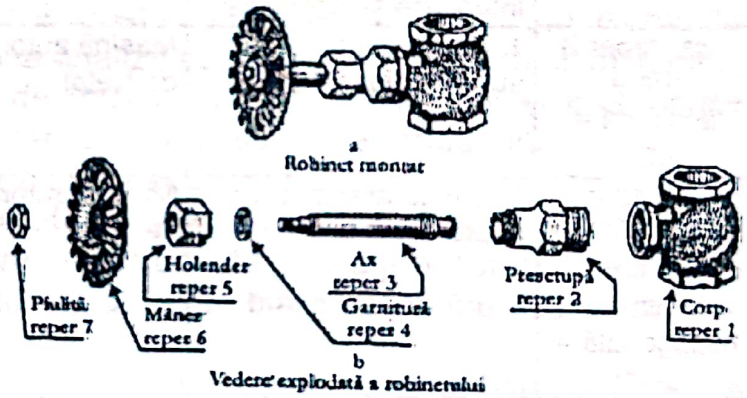


Fig. 5.6. Vedere axonometrică generală montată (a) şi explodată (b) a unui robinet de conductă

În tabelul 5.4 se prezintă graficul operaţiilor tehnologice de montaj şi de prelucrare pentru robinetul de conductă prezentat în figura 5.6.

După cum se observă graficul fluxului de operaţii tehnologice dau o descriere sistematică a unui proces sau a unui ciclu de muncă, cu suficiente detalii care, odată analizate, să poată duce la îmbunătăţirea metodelor de lucru. Fiecare element component al familiei de scheme de procedee tehnologice este astfel reprezentat încât să ajute pe analist să-şi formeze o imagine clară asupra metodei tehnologice folosite. Un formular normalizat asigură un limbaj comun astfel încât mai mulţi analişti pot examina împreună problemele. Acest lucru stimulează un schimb fructuos de idei. Majoritatea schemelor combină reprezentarea scrisă cu cea grafică şi figurativă astfel încât să asigure participarea deplină a tuturor persoanelor interesate. În sfârşit, schemele sunt instrumente excelente pentru prezentarea propunerilor de ameliorare a metodelor de muncă la toate nivele de conducere.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 5.4.

Fluxul operațiilor tehnologice pentru robinetul prezentat în figura 5.6

Denumirea produsului	Operații tehnologice	Utilaje tehnologice	Producția (buc/oră)
Operații de asamblare			
Ansamblul general	1. asamblare finală 2. curățire 3. verificarea (încercarea la presiune) 4. ambalarea în cutii	Banc de lucru Baie de spălare Stand de încercare Banc de lucru	30 100 50 500
Operații de fabricare			
Corpul, reper 1 (bronz turnat)	1. turnare 2. curățirea 3. prelucrare, filetare şi strunjirea celor trei suprafețe	Bancul de formare Tobă de curățat Strung	40 150 25
Bucşă de izolare, reper 2	1. turnare 2. curățirea 3. prelucrare-obținerea diametrelor interioare şi exterioare	Bancul de formare Tobă de curățat Strung	80 300 60
Tija, reper 3 (bară laminată = 3/8")	1. prelucrarea tuturor suprafețelor	Maşină automată de filetat	200
Holender, reper 5 (bară laminată hexagonală = 3/4")	1. prelucrarea tuturor suprafețelor	Maşină automată de filetat	500
Mâner, reper 6 (bronz turnat)	1. turnare 2. curățirea 3. prelucrare a două suprafețe 4. broşarea găurii pătrate	Bancul de formare Tobă de curățat Strung Broşă	50 200 80 80

Scanned with OKEN Scanner

CAP.6. ANALIZA COSTURILOR FUNCȚIILOR PRODUSELOR INDUSTRIALE

6.1. Conceptul de cost al funcțiilor produselor

Din relația(1.1):

$$\text{Oportunitatea valorii} = \frac{\text{valoarea de întrebuințare + valoarea estetică}}{\text{preț}} \quad (1.1)$$

şi respectiv(1.2):

$$\text{Oportunitatea beneficiului} = \frac{\text{valoarea de întrebuințare + valoarea estetică}}{\text{cost}} \quad (1.2)$$

rezultă că o importantă deosebită la analiza valorii, pentru creşterea oportunității valorii şi respectiv a oportunității beneficiului, o prezintă analiza costurilor funcțiilor care caracterizează valoarea de întrebuințare şi a costurilor ce caracterizează valoarea estetică a produsului.

La analiza valorii, costurile nu se determină pe elemente constitutive, primare, ca la analiza economico-financiară, ci pe funcții, care exprimă valoarea de întrebuințare a produsului şi elementele ornamentale, care exprimă valoarea estetică a produsului.

De exemplu, la analiza economico-financiară a costurilor de fabricație pentru un aparat de radio se iau în considerare costurile individuale a tuturor elementelor constitutive ale acestuia şi apoi prin însumarea lor şi a costurilor de asamblare se obține costul total de fabricație al produsului.

La analiza valorii, aceluiaşi aparat de radio i se stabilesc, la început, funcțiile principale: de audiție pe lungime de undă, de exemplu: FM-est, FM-vest, US(11, 13, 16, 19, 25, 31, 41, 49, 75, 90 m), UM şi UL.; audiție mono şi stereo; existența pikap-ului; existența CD-ului, etc. Funcții secundare: inscripții pe scala de reglaj; becuri de iluminat scala; reglaje de ton; număr mai mare sau mai mic de difuzoare. Funcții estetice (de vânzare) cum ar fi diferite ornamente, etc. Se evaluează costul de fabricație ca la analiza economico-financiară. Se stabilesc apoi elementele componente care satisfac numai o anumită funcție din cele enumerate mai sus; acestea vor forma costul funcției respective la care se adaugă cota parte a elementelor comune mai multor funcții-transformator, şasiu, carcasă etc. La analiza valorii, în continuare, se va avea în vedere influența costului fiecărei funcții luată separat, prin eventuala creştere sau diminuare a calității acesteia, asupra costului total al produsului. La analiza valorii pe ansamblu produsului, de exemplu pe aparatul radio,

Scanned with OKEN Scanner

se iau în considerare creşterea sau scăderea calitativă a unora din funcţii şi eliminarea sau adăugarea unor funcţii noi.

Rezultă aşadar că din punctul de vedere al analizei valorii nu prezintă importanţă analiza costurilor pe elemente constitutive ale produselor decât în măsura în care acestea contribuie la definirea unora din funcţiile produsului. Analiza economică se face pe funcţii şi elementele constitutive care le definesc, nu pe ansamblul produsului. Numai astfel se elaborează produse cu funcţii mai multe sau mai puţine, cu o calitate mai superioară sau mai inferioară a lor, adresându-se fiecare, prin costul final al funcţiilor şi al produsului, anumitor categorii de cumpărători. Aşa apar pe piaţă aparate de radio de la cele mai simple, cu un cost şi respectiv preţ mai redus, până la aparate de radio sofisticate, cu program de funcţionare prestabilit , cu telecomandă etc., cu un cost şi respectiv preţ ridicate sau automobile de la Trabant la Rols Roys etc.

Acest mod de evaluare a costurilor funcţiilor unui produs prezintă o importanţă deosebită atât în activitatea de concepţie, proiectare şi fabricaţie a produselor, dar şi în activităţile comerciale ale unităţii economice respective. La tratativele de livrare ale produselor se ridica deseori observaţia cumpărătorului că produsul este scump. În aceste condiţii, producătorul justifică costurile prin funcţiile acestuia. Propune o eventuală diminuare a calităţii unora din funcţii sau chiar eliminarea unora dintre acestea pentru a se ajunge la un compromis cost-calitate, în funcţie de cui se adresează produsul din punct de vedere al preţului şi calităţii.

Rezultă din aceste simple observaţii cât de importantă este colaborarea loială şi corectă dintre diferiţii specialişti angajaţi în definirea activităţilor tactice şi strategice ale unui agent economic. În acest scop, o importanţă deosebită o prezintă cunoaşterea şi aprecierea corectă a domeniului de activitate a fiecărui colaborator şi nu aroganţa nejustificată a importanţei care şi-o dau unii sau alţii dintre specialiştii de o anumită profesie. Este rolul decidenţilor de a lua măsuri pentru îmbunătăţirea climatului de colaborare în general în unitatea economică, dar mai ales în aceste colective de analiza valorii, de importanţă majoră pentru definirea activităţilor tactice şi strategice ale agentului economic.

După cum se observă în relaţiile (1.1) şi (1.2), pentru a se creşte oportunitatea valorii, şi respectiv oportunitatea beneficiului, este necesar să se reducă valoarea numitorului, adică a costurilor de fabricaţie şi a preţului. Evident, costurile de fabricaţie se regăsesc direct în preţul de vânzare al produsului în formarea acestuia, însă sunt şi cazuri când datorită costurilor mari de transport la distanţă, a trecerii produsului prin mai multe intermedieri pentru a ajunge la beneficiar, adausuri comerciale mari etc., costurile de fabricaţie prezintă o pondere redusă, sub 10%, în preţul de vânzare. În aceste condiţii, multe din măsurile luate de producător pentru reducerea

Scanned with OKEN Scanner

costurilor de fabricaţie nu au efect substanţial şi asupra reducerii preţului de vânzare. De aceea multe concerne moderne îşi fac propriile reţele de desfacere a produselor cu amănuntul pentru a avea sub control şi preţul de vânzare cu amănuntul al produselor respective.

6.2.Structura costurilor funcţiilor produsului

La analiza costurilor funcţiilor produselor se va avea în vedere evidenţierea structurii de formare a acestora, determinate de elementele concrete care le fac viabile. Astfel, elementele de influenţă asupra materializării funcţiilor sunt: *costul materialelor şi materiilor prime; costul forţei de munca; regia; beneficiul.* Fiecare din aceste elemente poate fi divizat la rândul lui, în subelemente, care - prelucrate în continuare – vor conduce la întocmirea matricei costurilor funcţiilor, operaţie de o însemnătate deosebită pentru studiile de analiză a valorii.

Costul materialelor. Este vorba de costurile pentru achiziţionarea materialelor care, prin folosirea forţei de muncă se transformă în ceva nou. Indiferent de domeniu, materialele sunt – sub o formă sau alta – necesare. De pildă, unităţile economice care folosesc gazul metan, fie achiziţionează cărbune, care urmează să fie convertit în gaz metan, fie cumpără direct gaz metan şi cheltuiesc forţă de munca numai în reţeaua de distribuţie.

Prin urmare, elementele componente ale costului materialelor . sunt: *costul materialelor sau materiilor prime achiziţionate; costul forţei de muncă utilizează pentru transformarea materiilor prime respective în produse finite sau semifinite cu posibilitate de vânzare.* În cazurile când un anumit producător furnizează materiale unui alt producător, costurile mai cuprind: cheltuieli de regie ale primului producător, beneficiul primului producător.

Astfel *situaţia costurilor* materialelor nu se referă doar la costuri pe unitatea de greutate sau volum pentru diversele forme sub care se prezintă materialele respective: *piese forjate, piese turnate, table, suluri, bare* sau *ţevi* etc.

Deşi costurile pot fi exprimate astfel şi deşi compararea acestor costuri este foarte utilă, în cazurile când costurile materialelor ocupă o pondere mare în totalul cheltuielilor de fabricaţie, specialistul în analiza valorii va trebui să ia în special elementele componente. Aceasta presupune o consultare prealabilă a specialiştilor din serviciul de aprovizionare şi din serviciul calculaţia costurilor înainte de a se lua legătura cu furnizorii.

Costul forţei de muncă. Costul forţei de muncă, după cum s-a văzut, apare în cadrul procesului de transformare a materialelor achiziţionate în produse finite. La prima vedere lucrurile par clare, dar,

Scanned with OKEN Scanner

de fapt, noţiunea de *forţă de muncă* poate varia considerabil de la o unitate economică la alta, în funcţie de specificul acestora. În linii mari, în cele mai multe unităţi economice se include aici un număr de operaţii de bază ale procesului de fabricaţie care afectează costurile forţei de muncă şi anume: *manopera propriu-zisă; operaţii de procesare din structura procesului tehnologic; operaţii de control.*

Manopera propriu-zisă se referă la timpul efectiv necesar unui muncitor pentru a produce un element constitutiv(de exemplu o piesă), la nivelul minim de salarizare. Timpul de procesare(sau prelucrare) se referă la durata trecerii unei piese prin diverse operaţii de prelucrare ca: *tratamente termice, placare, lustruire, curăţire* etc. timpul de control este timpul necesar comparării unei piese realizate cu desenul de execuţie. Strict vorbind, toate acestea sunt considerate operaţii directe dar, întrucât la operaţiile de prelucrare se prelucrează un număr mare de piese în acelaşi timp, este foarte greu să se stabilească timpul real. Controlul este – de asemenea - o operaţie directă, dar se efectuează în mod diferit – unele piese sunt controlate după executarea fiecărei operaţii, alte ori este suficient un control prin sondaj. De aceea trebuie să se precizeze dacă timpul de muncă se referă si la operaţiile de prelucrare şi la operaţiile de control.

Costul forţei de muncă se calculează pe baza timpului de muncă în două moduri diferite: cel mai simplu este să se stabilească un cost orar fix, indiferent de operaţii sau de locul unde se efectuează acestea – o a doua posibilitate se bazează pe determinarea costului oră-maşină, pentru fiecare operaţie în parte.

Regia. Reprezintă costuri diferite de cele care se referă direct la executanţi si anume costul luminii, încălzirii, chiria, transportul, gratificaţiile etc. serviciul calculaţia costurilor îl calculează, de obicei, pe oră, împărţind cheltuielile de regie ale unui an la numărul de ore lucrate. Din punctul de vedere al analizei valorii e important să se cunoască temeinic componentele incluse în cheltuielile de regie. Pentru aceasta, în orice stadiu al analizei valorii se vor pune următoarele întrebări: Controlul reprezintă un cost direct sau face parte din regie ? Operaţiile de prelucrare reprezintă costuri directe ? Operaţiile de concepţie reprezintă costuri de regie ? Dar costurile de organizare a producţiei ? Se include utilarea ? Se include echipamentele speciale ? Se include cheltuielile de instruire ?

Beneficiul. Diferenţa dintre costul de fabricaţie si preţul de vânzare reprezintă beneficiul producătorului. Dacă este vorba de un produs fabricat în cadrul întreprinderii în mod normal nu se ia în considerare beneficiul. Dar, în ceea ce priveşte materialele achiziţionate se poate stabili, pe baza datelor furnizate de serviciul de calculaţia costurilor nivelul aproximativ realizat de furnizorul de, materiale, indiferent de gradul de prelucrare al acestora. Dacă acest beneficiu este mare apare posibilitatea angajării unor negocieri, în scopul fie de a reduce preţurile furnizorilor, fie de a obţine reduceri de

Scanned with OKEN Scanner

preţuri de la alţi furnizori. Aceste probleme trebuie discutate cu personalul serviciului aprovizionare care poartă răspunderea unor asemenea negocieri.

6.3. Determinarea costurilor funcţiilor

După stabilirea principalelor elemente ale costurilor – costurile materialelor, forţei de muncă, cheltuieli de regie şi beneficiile – se trece la determinarea costurilor funcţiilor realizate de un anumit reper. În acest fel se elimină neajunsurile contabilităţii tradiţionale chiar dacă este bine intenţionată. Apare astfel o nouă semnificaţie a conceptului de *cost*, care interesează pe proiectant şi pe inginerul de fabricaţie în aceeaşi măsură ca parametrii tehnologici ai respectivelor procese.

Costurile funcţiilor se determină prin stabilirea costurilor materialelor şi forţei de muncă încorporate în acele componente care realizează funcţiile. Metoda curentă în analiza operaţiilor reale sau proiectate şi a timpilor necesari producerii fiecărui element funcţional. Costurile acestor timpi se determină prin aplicarea anumitor normative pentru forţa de muncă şi pentru regie. Se stabileşte apoi costul materialului utilizat pentru producerea fiecărei funcţii în parte; în această fază pot apare anumite dificultăţi. O *cale simplă constă în a izola fiecare funcţie în parte şi de a evidenţia toate mijloacele materiale care duc la producerea sa*. Estimarea costului materialului pentru fiecare caz rămâne o operaţie simplă.

Cât valorează ? Este cazul să ne oprim la această etapă importantă să reflectăm la drumul parcurs până în momentul de faţă. (1) *În primul rând,* s-a obţinut o cunoaştere temeinică a obiectului prin juxtapunere a tuturor datelor de bază în legătură cu aceasta. (2) *În al doilea rând,* când era necesar, s-a atribuit nume noi unor repere, pentru ca rolul lor să devină cât se poate de clar. (3) *În al treilea rând,* funcţiile realizate de fiecare reper în parte au fost puse în evidenţă şi clasificate. (4) *În al patrulea rând,* au fost examinate costurile acestor funcţii. Scopul acestor operaţii amănunţite este colectarea de informaţii pentru evidenţierea funcţiilor celor mai costisitoare, pentru a se vedea daca valoarea funcţiei realizate este corespunzătoare. De aici derivă şi titlul etapei următoare – respectiv întrebarea: **Cât valorează ?** În esenţă, procedeul constă în atribuirea unei valori a costului fiecărei funcţii. Se compară aceste cifre cu cele obţinute în etapa anterioară, mai precis, economii la costul de producţie. Obiectivul etapei următoare, care este o etapă de creaţie este – dacă se anticipează puţin – conceperea unor soluţii mai economice pentru a realiza anumite funcţii sau a elimina funcţiile inutile care sunt generatoare de costuri. Se determin[astfel costurile nejustificate pe care le are produsul.

Evaluarea valorii este o operaţi curentă pe care o face oricine de fiecare dată când cumpără ceva. Este un obicei care s-a născut din nevoia de satisface necesităţi în condiţiile unor resurse

Scanned with OKEN Scanner

limitate. E ceea ce în limbaj obişnuit se numeşte o bună gospodărire. Compararea costului cu funcţiile pe care le îndeplineşte produsul se face totdeauna , fie că e vorba de cumpărarea unor alimente, de organizarea concediului de odihnă, de cumpărarea unui automobil, de decorarea sau de cumpărarea de îmbrăcăminte.

În realizarea acestei etape a analizei valorii sunt implicaţi factori de comparare: *mijloacele şi metodele.*

Mijloacele de comparare. S-a văzut că, în analiza valorii, *principalul mijloc de comparare a valorilor este costul.* Deşi compararea de bază intuitivă a costurilor unor obiecte diferite care realizează aceleaşi funcţii este uneori suficientă pentru determinarea celei mai mari, de multe ori, o comparare reală necesită luarea în considerare şi a unui alt parametru măsurabil. De pildă, preţurile articolelor de îmbrăcăminte pot fi comparate direct, dar, dacă urmează să cumpărăm, de pildă, zahăr in vrac cu zahăr preambalat, atunci criteriul pentru comparare va fi costul pe unitatea de greutate.

Funcţiile ale căror valori-cost se exprimă astfel vor fi puse în evidenţă prin modul de caracterizare – verb urmat de substantiv măsurabil. Parametrii utilizaţi în mod curent în studiile de analiză a valorii sunt: costul pe unitatea de lungime, costul pe unitatea de suprafaţă, costul pe unitatea de volum, costul pe unitatea de greutate, costul pe unitatea de sarcină, costul pe unitatea de muncă efectuată, costul pe unitatea de timp, costul pe unitatea de iluminare, costul pe unitatea de sunet, costul pe unitatea de debit etc.

Costurile totale se exprimă, mai întâi, în termenii parametrilor menţionaţi şi apoi din punctul de vedere al elementelor costului: costul materialelor, al forţei de muncă şi al regiei.

6.4. Metode de determinare a valorii funcţiilor

Aşa cum s-a specificat anterior, analiza funcţiilor se efectuează pe grupe sau domenii şi succesiv pe sisteme, ansamble, subansamble, până la repere. Determinarea valorii-cost se va face pentru fiecare din aceste elemente prin aplicarea celei mai adecvate metode prezentate mai jos. Trebuie menţionat că unul din obiectivele analizei valorii, ca mod de organizare, este întocmirea şi păstrarea unei evidenţe ale valorii-cost sau ale standardelor de valoare, examinate şi actualizate permanent, acestea reprezentând principalele surse de obţinere a datelor pentru comparare.

Metodele de stabilire a valorii funcţiilor sunt următoarele:

1. *Compararea cu alte costuri cunoscute, utilizate în scopul realizării aceleiaşi funcţii de către alte aparate, mecanisme sau servicii;*
2. *Compararea cu alte costuri cunoscute, ale unor funcţii asemănătoare;*

Scanned with OKEN Scanner

3. *Compararea cu costuri cunoscute ale unor produse asemănătoare ca dimensiuni şi aspect;*
4. *Compararea cu costurile estimative ale realizării funcţiilor cu cele mai simple mijloace;*
5. *Fixarea unui procentaj din valoarea totală a întregului proiect;*
6. *Compararea cu preţul de vânzare al producătorilor concurenţi pentru produse care realizează aceleaşi funcţii;*
7. *Estimarea efectului unor schimbări în costurile realizării funcţiei la cursul de revenire şi la analiza beneficii-costuri asupra costurilor de funcţionare;*
8. *Evaluarea costului funcţiei din punct de vedere teoretic:*
9. *Atribuirea unei valori arbitrare.*

Înainte de a discuta mai pe larg aceste puncte, trebuie subliniat faptul că este foarte important să se ia în considerare efectul pe care l-ar avea eventualele restricţii specificate asupra costului. Se presupune, de pildă, că funcţiile de asamblare a reperelor unui ansamblu costă 100 u.m. (unităţi monetare), dar în cadrul unei alte soluţii această funcţie costă doar 50 u.m. la prima vedere s-ar părea că nivelul costurilor nejustificate este de 50 u.m., dar dacă în cazul variantei mai puţin costisitoare condiţiile de lucru sunt deosebit de grele, atunci valoarea-cost reală depăşeşte 50 u.m.

Pentru a determina în mod realist capacitatea de creştere a valorii este necesar să se ia în considerare şi efectul probabil al restricţiilor din specificaţii. Se recomandă – în măsura în care este posibil – utilizarea costurilor cunoscute – întrucât estimările efectuate pe baza estimării anterioare pot crea dificultăţi.

Costuri cunoscute pentru realizarea aceleiaşi funcţii. Metoda acesta este evidentă şi nu necesită explicaţii. În afară de efectul diferenţelor din specificaţie, de care trebuie să se ţină seama, nu există dificultăţi în această problemă. Este important ca aceste efecte ale specificaţiei asupra costului să fie înregistrate separat, pentru cazul în care s-ar dovedi deosebit de importante, să fie discutate ulterior.

Costuri cunoscute pentru funcţii asemănătoare. Această metodă acoperă un domeniu mai larg, incluzând compararea cu modurile de realizare a aceleiaşi funcţii sau a unor funcţii similare, în cadrul unor produse diferite.

Funcţia de asamblare a unor repere, de exemplu, se realizează în cele mai diferite ramuri industriale: în electronică – sistemul de conectare a filtrelor nu are nici o legătură cu sisteme de asamblare a părţilor componente ale unui articol de îmbrăcăminte din industria textilă. Cu toate acestea, se poate imagina un mod de a realiza o funcţie plecând de la o metodă împrumutată dintr-un

Scanned with OKEN Scanner

domeniu străin, determinându-se astfel, după efectuarea modificărilor impuse de specificaţie, un nivel nou al valorii.

Costuri cunoscute ale unor articole asemănătoare ca dimensiuni şi aspect. În domeniul turbinelor, de exemplu, forma şi caracteristicile paletelor din compresor şi turbină sunt specifice şi, pare greu la prima vedere, să se imagineze analogii cu alte obiecte. Totuşi, două trăsături importante se regăsesc într-un obiect de larg consum – muchiile de intrare si ieşire sunt asemănătoare cu muchiile unei lame de ras. Această legătură a determinat stabilirea unei valori arbitrare pentru caracteristicile uneori palete de compresor de dimensiuni reduse, ceea ce, în ultimă instanţă, a dus la elaborarea unei noi metode de fabricaţie. Asemănările dintre capetele sferice ale unui mecanism articulat, cu nişte bile de otel a dus la elaborarea unei variante bazate pe adaptarea bilelor de oţel la dispozitivul respectiv, idee care pe parcurs s-a generalizat. În perioada războiului rece, exista un embargo al ţărilor occidentale în exportul de tehnologii noi. URSS vroia să cunoască tehnologiile noi de fabricaţie a bilelor mici de rulmenţi folosiţi în industria aeronautică şi mecanică fină. Pentru aceasta a importat din SUA o fabrică de pixuri cu bilă pentru care nu era embargo şi astfel a intrat în posesia noilor tehnologii utilizate de SUA pentru fabricarea bilelor mici de rulment. Multe obiecte, deşi îndeplinesc funcţii complet diferite, pot avea o asemănare, iar costurile cunoscute ale unor funcţii pot servi ca bază pentru evaluarea celorlalte. Compararea unor obiecte unicat cu obiecte uzuale din gospodărie constituie un punct de plecare în stabilirea valorii, dezvoltând, în acelaşi timp, un interes cu privire la valoarea în rândul salariaţilor.

Costuri estimative ale celor mai simple soluţii. Obiectivul acestei metode este examinarea celor mai simple sau rudimentare căi de a realiza o anumită funcţie, înainte de a se acorda o marjă pentru restricţiile şi cerinţele din specificaţii. Se presupune, de exemplu, că obiectul cercetării este o masă a cărei funcţie primară este să susţină o greutate. Se pot imagina imediat nenumărate moduri de a satisfacere a acestei funcţii, de exemplu unul sau două butoaie de bere(valoarea estetică putând fi de altfel destul de mare) la distanţă de 1-2 metri, peste care se aşează una sau mai multe scânduri. Se pot face multe astfel de înlocuiri cu alte obiecte care să satisfacă funcţia respectivă. Iată câteva exemple:

Obiectivul cercetări	Funcţia	Alternativa
Brichetă	Produce căldură	Chibrit
Creion automat	Trasează linii	Mină de creion
Aparat de tuns iarba	Tunde iarba	Foarfece de grădină
Butoni de cămaşă	Îmbunătăţeşte estetica	Nasturi

Scanned with OKEN Scanner

Pentru aceste alternative simple se poate face o evaluare corectă a valorii-cost adăugându-se şi marjele corespunzătoare pentru satisfacerea cerinţelor din specificaţie.

Fixarea unui procentaj din valoarea totală a proiectului. Se pot ivi situaţii când produsele respective sunt unicate în cadrul unor ansambluri mai mari şi când nici una din metodele precedente nu dă satisfacţie deplină. Procedeul utilizat în acest caz este atribuirea unei valori întregului ansamblu (folosind oricare dintre metodele discutate) şi apoi fiecărui reper din componenţa acestuia. Se va lua, spre exemplu, o nouă cutie de viteze a unui automobil. Valoarea ei totală este uşor de stabilit, dar s-ar putea ca, pentru unele piese, să nu existe termen de comparaţie. În acest caz, valoarea se atribuie pe baza funcţiilor realizate şi se defalcă pentru fiecare funcţie în parte.

Preţurile de vânzare ale producătorilor concurenţi. Un mod simplu, dar foarte eficient, de comparare constă în stabilirea unei valori-cost care să se situeze sub valoarea-cost a concurenţei.

Există mai multe posibilităţi de a realiza acest lucru. Prima şi cea mai simplă este de a stabili un nivel al preţurilor mult sub nivelul concurenţei, costurile finale calculate în aşa fel încât să se păstreze o marjă corespunzătoare de beneficii. Or a doua posibilitate este evaluarea produselor producătorilor concurenţi, de preferinţă pe baza examinării efective a produselor acestora. Preţurile de vânzare fiind cunoscute se poate determina costul de fabricaţie şi se poate face comparaţie cu cel real. Pentru acele produse care au costuri excesive valoarea se stabileşte la acelaşi nivel sau puţin sub costurile estimative ale concurenţei. O a treia metodă de stabilire a valorii în aceste condiţii este asigurarea unor performanţe, a unei calităţi şi fiabilităţi superioare concurenţei la produsele care se vând cu acelaşi preţ. Într-un astfel de caz, valoarea va fi exprimată în termeni de cost şi un parametru al criteriilor menţionate.

Stabilirea unui raport de echilibrare. Cele mai multe produse sunt rezultatul unor compromisuri între diverşi parametrii. Cu alte cuvinte, îmbunătăţirea unui parametru se realizează în detrimentul altuia.

Consumul de benzină al oricărui tip de autoturism poate fi diminuat prin reducerea capacităţii, dar, aceasta poate duce şi la scăderea confortului şi, deci, la scăderea vânzărilor. Costul poate fi redus prin utilizarea unor materiale inferioare la unele repere dar acesta poate duce la scăderea fiabilităţii şi, în consecinţă a vânzărilor. Pe de altă parte se poate mări fiabilitatea prin utilizarea unor materiale de calitate superioară, dar se măreşte şi costul. Efectul unor asemenea schimbări asupra costului poate fi determinat stabilindu-se astfel un raport de echilibrare între consumul de benzină, capacitate, confort şi fiabilitate. Astfel se poate determina valoarea unei funcţii pe baza unui raport de echilibru predeterminat ceea ce însemnă că o schimbare a costului realizării funcţiei pentru îmbunătăţirea unuia sau

Scanned with OKEN Scanner

a mai multora din parametrii acestuia, nu trebuie să depăşească un anumit nivel predeterminat.

Evaluarea teoretică a costului funcției. Valoarea funcțională minimă se poate afla şi printr-un procedeu teoretic de analiză cunoscut sub numele de *evaluare teoretică a funcțiilor* sau ETF.

6.5. Metoda Combinex pentru alegerea soluției la analiza valorii

Metoda Combinex constă în: **(1)** - *analiza obiectivului pentru stabilirea condițiilor cerute şi a beneficiilor anticipate* ; **(2)** - *o metodă de comparare (evaluare), bazată pe principiul resurselor limitate*; **(3)** - *o scară cu intervale limitate care să excludă atât măsurile inadecvate şi cele excesive, folosite pentru a evalua variațiile în cadrul unui domeniu practic de alegere;* **(4)** – *un ansamblu de factori de ierarhizare măsurabilă care să reprezinte contribuția adusă de fiecare dintre soluțiile disponibile la fiecare dintre condițiile cerute sau beneficiile anticipate;* **(5)** – *tabelul de punctaj (avantaje şi dezavantaje) Combinex, care serveşte unor scopuri diferite în fiecare etapă a acestei acțiuni. Mai întâi, este bine ca funcțiunea, sarcina sau obiectivul unui produs să fie analizate prin divizarea acestora într-o serie de condiții impuse. După determinarea acestor condiții, tabelul de punctaj le eşalonează în funcție de importanța lor respectivă sau factorii de pondere.*

Acelaşi tabel poate fi **folosit** ca o submatrice pentru combinarea diferitelor avantaje care constituie o condiție completă şi pentru notarea contribuției respective la satisfacerea acestei condiții. În sfârşit, tabelul cadrul pentru evaluarea diferitelor căi de acțiune; se poate alege fie o combinație optimă de caracteristici pentru un anumit nivel de resurse, fie o anumită combinație de caracteristici dorite pentru costul minim al resurselor.

Dar ceea ce este mai important este faptul că înscrierea cifrelor în acest cadru dă de gândit. Astfel, matricea serveşte ca o listă de verificare bidimensională care obligă la evaluarea pe rând a fiecărui factor principal ce duce la o decizie. În acest moment, factorii responsabili într-o unitate economică sunt obligați să studieze ce este mai bine de ales. Combinația optimă pentru resursele date sau resursele minime pentru o combinație dată. A încerca să se obțină simultan atât combinația optimă cât şi resursele minime este ca şi cum s-ar încerca să se ridice simultan cele două capete ale unui balansoar. Nu există încă o metodă de optimizare matematică pentru realizarea acestui lucru.

Optimizarea şi îmbunătățirea directă. Ştiința matematică nu poate lucra decât cu elementele de care dispune, dar există alte ştiințe care pot fi folosite pentru a îmbunătăți informațiile de care dispunem. Aplicând fizica se poate aşeza sub balansoar un cric şi, cu

Scanned with OKEN Scanner

ajutorul unui anumit efort, să se poată ridica capetele acestuia în acelaşi timp. Metoda Combinex scoate în evidenţă domeniile în care un efort depus poate duce la un avantaj maxim. Tabelul de punctaj se întocmeşte aşezând condiţiile pe linie orizontală, în partea de sus, iar diferitele alegeri într-o coloană, în stânga.

Arta şi ştiinţa combinării. Din momentul în care condiţiile clientului au fost stabilite, ele vor trebui studiate în mod sistematic pentru a elabora o serie de combinaţii satisfăcătoare. Noţiunea cheie în exemplul dat este că trebuie să se ajungă la o combinaţie echilibrată şi nu trebuie să se caute a obţine maximul sau optimul din toate punctele de vedere. Acesta este diferenţa dintre efort bine distribuit şi efortul maxim în toate direcţiile.

După aceea, se compară între ele cele mai reuşite combinaţii de condiţii; acest lucru se face exprimând în măsuri numerice, măsura în care fiecare element al fiecărei combinaţii contribuie la soluţia specială pe care este presupus a o satisface.

Cifre semnificative. Enduranţa, mobilitatea şi costul contribuie la funcţia echipamentului. Cum contribuie costul la scop ? Contribuie numeric. **Costul este măsura inversă a numărului de echipamente care se pot obţine cu resursele investite**. Costul, dimensiunea şi greutatea determină numărul de echipamente care pot fi furnizate într-un loc la un moment dat. Această contribuţie, această satisfacere a nevoilor consumatorului este proprietatea comună ce trebuie măsurată pentru toate caracteristicile principale. La şcoală situaţia la învăţătură este apreciată prin note corespunzătoare: 70 însemnă promovare, 90 însemnă foarte bine, iar 100 perfect. Această scară prezintă avantajul că este imediat semnificativă pentru oricine: profesor, inginer, maistru, muncitor.

Putem folosi această scară standard, dar se poate întâmpla să nu dorim a plăti întregul preţ al perfecţiei implicat de cifra 100. Se poate întâmpla ca perfecţia absolută să coste prea mult şi să dureze prea mult, de aceea, adevăratele puncte limită ale scării sunt 70 şi 90. În figura 6.1 se prezintă modul în care sistemul de apreciere poate fi transformat într-o scară standard. Există însă deseori cazuri când relaţia nu este liniară.

Eficacitatea şi utilitatea. După cum este cunoscut oricărui conducător de automobil, cantitatea de combustibil consumat nu este direct proporţională cu puterea furnizată de motor. Tot astfel, reducerea greutăţii nu este direct proporţională cu ameliorarea mobilităţii automobilului. În figura 6.2 se ilustrează faptul că pe măsură ce anumite obiecte devin din ce în ce mai uşoare, ele nu devin în acelaşi timp şi uniform mobile. La început, obiectele nu se pot deplasa şi în sfârşit ele încep să se mişte. Această relaţie neliniară a interacţiunii fizice este oarecum echivalentă cu funcţia utilităţii în economie. De aceea, o astfel de neliniaritate trebuie întotdeauna bănuită, căutată şi luată în consideraţie.

Scanned with OKEN Scanner

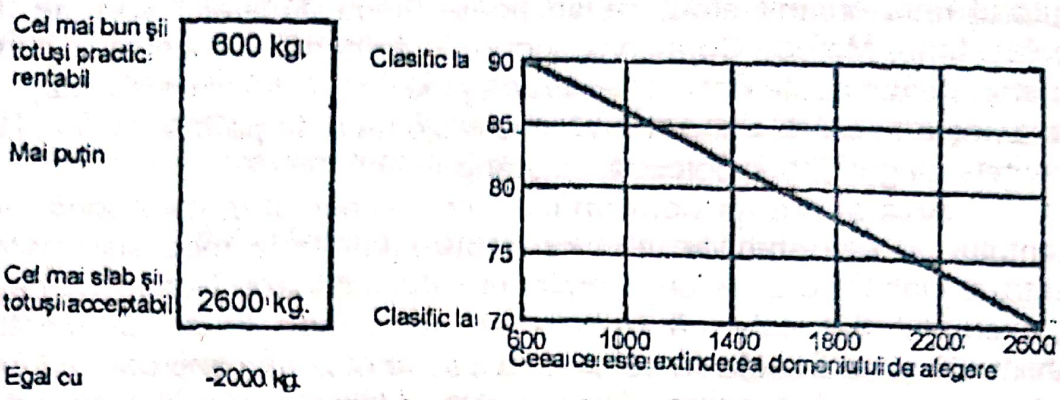


Fig.6.1.Ierarhizarea efectului ponderii sistemului; o standardizare liniară

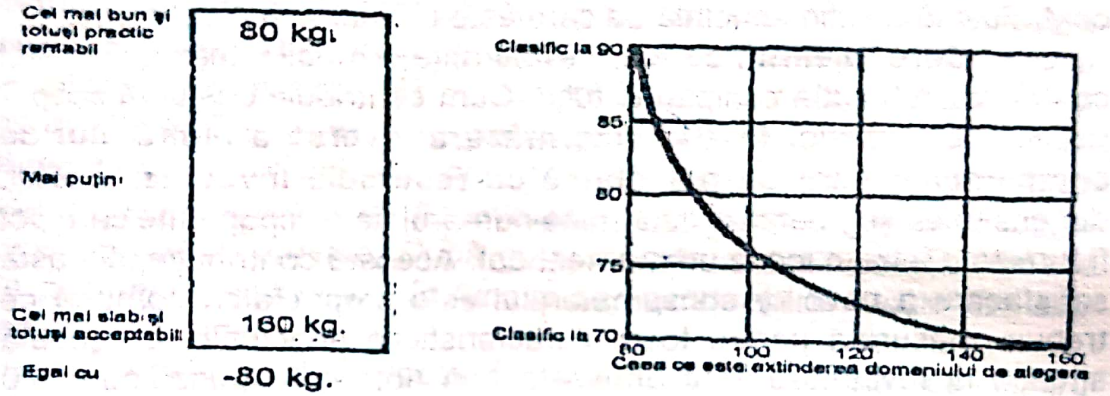


Fig.6.2. Ierarhizarea efectului ponderii cazului cel mai important: funcţia utilitară

Este destul de uşor să ne dăm seama că un articol poate valora mai mult pentru o persoană decât pentru alta, sau că poate fi mai de valoare pentru o anumită utilizare decât pentru alta, şi cu toate acestea, această noţiune este greu de exprimat în cifre. Utilitatea economică, sau valoarea pentru un anumit client în cazul unei anumite utilizări devine din ce în ce mai importantă pe măsură ce numărul de clienţi creşte. Daniel Bernoulli a formulat încă din 1973 o bună aproximare matematică a utilităţii. Însă, aşa cum rezultă din cap.5, după el au urmat Hermann Gossen, William Jevons, Maffeo Panteleoni, Alferdo Paretto şi Alfred Marshal. John von Newmann şi Oscar Morgerstern au combinat teoriile anterioare cu propriile lor inovaţii şi au ajuns la o sinteză a teoriei utilităţii care este prezentată în cap.5 şi este aplicabilă în economie şi în analiza modernă a valorii.

Noţiunea valorii pentru un client începe de la utilitatea pe care obiectul respectiv o reprezintă pentru sine. Produsul trebuie să facă ceva pentru el. El trebuie să-l dorească înainte de a se gândi la costul lui. După aceea, clientul compară valoarea pe care o are

Scanned with OKEN Scanner

produsul pentru el cu costul pe care va trebui să-l plătească. O relație favorabilă între valoarea produsului şi costul acestuia este natura valorii care se investighează prin analiza valorii. Pentru a evidenția şi mai mult aceste aspecte, iată o întâmplare anecdotică: Se spune că Păstorel Teodoreanu a intrat într-o prăvălie şi a cerut o pălărie de dimensiune foarte mare, 66 cm. Vânzătorul i-a oferit-o imediat şi i-a cerut un preț cam pipărat. Fără a spune ceva Păstorel a scos banii şi a plătit pălăria. După ce a băgat banii în casă, vânzătorul i-a spus că o are în galantar de aproape doi ani şi dacă i-ar fi oferit jumătate din prețul cerut tot i-ar fi dat-o cu prețul respectiv. La acesta Păstorel a răspuns că ar fi dat şi dublu dacă i s-ar fi cerut întrucât de doi ani caută o pălărie cu această dimensiune. Iată cât de sugestivă este această întâmplare pentru ceea ce arătam mai sus.

Măsurarea satisfacției produsă pentru client. Se încearcă în general să se ofere clientului fie ceva mai mult decât prețul pe care-l plăteşte, fie ceva tot atât de bun, pentru un preț mai mic. Există cazurile în care tehnicile inovației, simplificării, modernizării şi o mai bună utilizare a oamenilor permit să se ofere clientului ceva mai bun la un cost mai mic. În acest scop, trebuie să se îmbunătățească eficacitatea profitând de avantajele pe care le oferă noile descoperiri în domeniul proprietății materialelor, al surselor de energie şi al nevoilor consumatorului. Odată aceste elemente stabilite, ele trebuie corelate prin căi mai scurte şi mai directe. Dar mai întâi trebuie să se descopere ceea ce doreşte clientul în realitate, indiferent de categoria socială din care face parte.

Adaptarea utilității implică procesul delicat de interpretare a necesităților şi dorințelor clientului cu ajutorul cifrelor. Acest lucru necesită o considerabilă instruire în trierea informațiilor de la client şi transformarea acestora într-o funcție utilitară pe un grafic. Aici există însă pericolul ca anumite funcțiuni utilitare să coincidă cu anumite curbe matematice bine cunoscute şi s-ar putea ca cineva să presupună că şi alte funcții utilitare necunoscute pot fi integrate în modele matematice. Multe însă nu se pretează la acest lucru.

Fixarea limitelor superioare şi inferioare. De cele mai multe ori un obiectiv combină mai multe condiții. Fiecare dintre aceste condiții se integrează într-un domeniu de alegere, care merge de la o limită inferioară până la limită superioară a cererii. Pragul sau limita inferioară este *condiția mai puțin favorabilă dar corespunzătoare*. Acest prag trebuie să coincidă cu condiția echivalentă a celorlalte cerințe şi cu *nota de trecere* de pe scara standard, care de obicei este 70. Limita superioară este *condiția optimă ce poate fi realizată în practică*. Ea trebuie să coincidă cu condiția echivalentă a celorlalte cerințe şi cu nota *foarte bun* de pe sacra standard, adică de obicei cu nota 90. Dacă 90 reprezintă *pragul optim*, atunci înseamnă că 91 este *excesiv*, iar 100 reprezintă maximul absolut. Aceste beneficii

Scanned with OKEN Scanner

suplimentare pot fi acceptate numai în cazul în care ele nu sunt realizate în dauna condiţiilor reale de lucru.

Prezumţia însumării. Performanţa, fiabilitatea, confortul şi stilul sunt calităţi care se însumează atunci când este vorba de un automobil. În cazul unui aliment, un adaos de ingrediente însă poate să nu fie benefic.

Din punct de vedere calitativ, însumarea este determinată de patru factori: **(1)** compatibilitatea, **(2)** echilibrul şi proporţia, **(3)** succesiunea şi momentul în timp şi **(4)** interacţiunea. Primele doua se explică de la sine; celelalte două necesită unele precizări.

Succesiunea şi momentul în timp. Deşi un borş de pasăre şi înghețata cu frişcă pot fi incompatibile, o succesiune corespunzătoare poate crea această compatibilitate. Într-adevăr borşul de pasăre ca un prim fel de mâncare, urmat cu un al doilea fel consistent, se pot însuma pentru a constitui o masă bună.

Interacţiunea. Interacţiunea dintre avantaje constituie acel aspect al prezumţiei de însumare care trebuie considerat cu foarte multă atenţie pentru a se evita erorile.

Astfel, dacă vorbim de volumul unui corp şi una din dimensiuni dispare va dispare şi existenţa volumului. Aici relaţia este dimensională. Ea constituie un produs şi nu o sumă: 100 + 100 + 0 = 200, dar 100x100x0 = 0. În momentul în care se înţelege exact natura relaţiei dintre valori, nu mai există nici o problemă. Dacă valorile sunt complet dependente iar valoarea lor combinată constituie adevărul produs, nu avem decât să înmulţim.

Dar există multe cazuri în care relaţia dintre cerinţe, sau calităţi, nu este nici produsul real, nici suma lor reală. În majoritatea cazurilor ea se apropie de o sumă, interdependenţa fiind mai slabă sau incertă. Pentru a rezolva aceste probleme, se pot folosi instrumente matematice de mai mare amploare, cu condiţia ca natura şi gradul de independenţă să fie bine stabilite în fiecare caz. O soluţie mai consistentă ar fi aplicarea prezumţiei însumării şi, pentru a se evita erorile mai serioase, folosirea procedeelor care minimalizează sau exclud partea neînsumabilă a valorilor mixte.

Dar, garanţia cea mai importantă este realizată prin fixarea unor limite inferioare pentru condiţiile de acceptare ale clientului. Aceste limite au natura unui prag; sub el clientul nu va mai cumpăra. Această situaţie se poate crea introducând în procesul de optimizare una sau mai multe calităţi sub nivelul de prag al acceptării sau, după cum se întâmplă mai des în practică , permiţând ca o calitate presupusă neimportantă să scadă sub nivelul de prag, datorită tendinţei pe care o are natura umană de a maximiza calităţile mai bătătoare la ochi. Această eroare se poate evita excluzând din tabelul Combinex orice înregistrare care s-ar găsi sub nivelul prestabilit de acceptare.

Scanned with OKEN Scanner

O garanție constă în a împiedica introducerea în tabelul Combinex a unei măsuri dintr-o anumită calitate. Într-adevăr, un astfel de exces ar disloca o cantitate echivalentă de măsuri dezirabile sau necesare din alte calități. În momentul în care calitatea excesivă, economia excesivă şi fiabilitatea excesivă pot trece în mod fals drept condiții dezirabile, ele vor introduce o eroare care duce negreşit la pierderi.

Pentru a exclude această eroare trebuie să se fixeze o limită superioară pentru calitățile dorite. Dar nu fabricantul este acela care trebuie să spună clientului ce este prea mult, sau ce are nevoie, sau ce nu-l trebuie. Clientul este acela care fixează aceste limite prin acțiunea de cumpărare. În consecință, fabricantul trebuie să-şi dea seama de limitele superioare ale satisfacerii clientului, din studiile de marketing şi din rapoartele pe care le are de la organele de control al calității şi al modei.

Tabelul 6.1

Exemplu de submatrice: elemente de mobilitate. În ultima coloană se arată meritele respective ale mobilității fiecărui proiect.

Beneficii	Pondere totală	Cazul cu ponderea cea mai mare	Cazul cel mai mare	Unități mai puține	Timpul de punere în aplicare	Merit
Ponderi	0,30	0,20	0,15	0,10	0,25	
Vechiul proiect	70 21	70 14	70 10	80 8	75 19	72
Proiect de înaltă performanță	73 22	80 16	74 11	82 8	75 19	76
Proiect de mare enduranță	73 22	74 15	70 10	74 7	71 18	74
Proiect de mare mobilitate	90 27	89 18	88 13	80 8	90 22	88

Motivul pentru care se acordă o grijă atât de mare la măsurarea dorințelor rezultă din considerațiile economiei de piață: *Profiturile pot dispare dacă se produce prea mult sau dacă se produce prea puțin, sau dacă se produce la un preț prea mare, sau prea mic, sau dacă se produce la un nivel calitativ prea ridicat sau insuficient.*

Scanned with OKEN Scanner

Factorii apreciativi. Pentru a se fixa măsuri apreciative pentru importanța respectivă a condițiilor sau calităților, trebuie să se dispună de cât mai vaste informații posibile referitoare la destinația şi la obiectivele pe care le urmăreşte cel care ia decizia. Este de asemenea nevoie de o judecată foarte ascuțită.

Importanța totală a condițiilor sau a calităților este luată egală cu unitatea şi apoi se împarte la numărul de condiții, în baza presupunerii inițiale că toate condițiile sunt la fel de importante. Acesta este rareori cazul în realitate, dar constituie un început foarte bun. Dacă există cinci condiții şi fiecare este apreciată la 0,2, unele vor trebui să fie sporite, iar celelalte reduse.

Aceste măsuri ale importanței relative, sau factori de apreciere, se trec apoi în căsuța corespunzătoare condițiilor respective (tabelul 6.1). Adevărata decizie nu se ia decât în momentul în care toate acestea sunt bine stabilite, dar pentru aceasta este nevoie de multă tatonare. Din momentul în care importanța relativă a obiectivelor a fost determinată, nu mai rămâne de făcut decât să se determine care dintre alegerile posibile satisfac în mod optim decizia.

Eficacitatea diferitelor alegeri. Fiecare alegere, sau acțiune, contribuie sau calitate dorită, într-o măsură variabilă de eficacitate. De pildă, ponderea sistemului şi ponderea celei mai mari căsuțe (figura 6.2) aduc o contribuție negativă la mobilitate. Scopul nostru este de a ajunge la o matrice însumabilă simplă folosind în acest scop numere nenegative; de aceea această contribuție trebuie convertită în complementul său de uşurință, adică contribuția pozitivă la mobilitate, astfel cum se arată în figura 6.1 şi figura 6.2.

Folosirea submatricelor. Diferitele elemente ale mobilității se combină într-o submatrice (Tabelul 6.1), după care sunt apreciate din punct de vedere al importanței lor relative. Măsurile de eficacitate introduse din graficele din figura 6.1 şi figura 6.2 sunt trecute în corpul acestei submatrice în colțul din stânga sus din fiecare căsuță, şi se procedează la fel cu celelalte cifre. Aceste cifre se înmulțesc apoi cu factorul de pondere din capul coloanelor respective, iar rezultatele sunt trecute în colțul din dreapta jos al fiecărei căsuțe, după care se adună pe orizontală cifra totală înscriindu-se în coloana din dreapta, a meritelor, această cifră reprezintă eficacitatea cu care fiecare alegere contribuie la mobilitate, în matricea finală. Se menționează că acum cifrele apar în colțul din stânga sus al căsuțelor din coloana a treia din Tabelul 6.2.

Ierarhizarea rezultatelor. Măsurile de eficacitate trecute în matricea finală (tabelul 6.2) se înmulțesc, ca mai înainte, cu factorii de ponderi respectivi, după care se adună pe orizontală, căpătându-se cifra de merit pentru fiecare alegere.

Să presupunem că în loc de a alege cea mai bună dintre cele patru alternative, sunt permise anumite modificări care vor avea ca rezultat combinații diferite şi, poate mai bune.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.2

Tabelul de punctaj Combinex astfel cum se foloseşte la alegerea unui produs industrial

Beneficii	Performanţă	Enduranţă	Mobilitate	Economie iniţială	Economie pe teren	Merit
Ponderi	0,20	0,18	0,22	0,23	0,17	
Vechiul proiect	70 14	73 13	72 16	70 16	75 13	72
Proiect de înaltă performanţă	89 18	79 14	76 17	88 20	81 14	83
Proiect de mare enduranţă	76 15	89 16	74 16	71 16	87 15	78
Proiect de mare mobilitate	70 14	72 13	88 19	75 17	70 12	75

Trebuie însă să se ţină seama de faptul că instrumentele ştiinţifice care ajută la luarea deciziilor nu fac decât să se desfăşoare în faţa celui responsabil informaţiile necesare asupra cărora el trebuie să-şi exercite puterea lui de judecată. Aceste instrumente ajutătoare nu conferă nici înţelepciune nici o privire penetrantă dar mărimi şi relaţii ce nu puteau fi percepute înainte şi care solicită judecata şi puterea de apreciere a personalului de conducere. Acesta este motivul pentru care metoda Combinex şi celelalte similare sunt utile; ele sugerează recomandaţii şi furnizează calea pentru care a ajunge la ele.

6.6. Aplicarea metodei Combinex la alegerea metodei de fabricaţie

Sarcina de a transforma un proiect ingineresc sau o specificaţie de achiziţie într-o realitate poate ridica probleme complexe. Într-un astfel de caz, metoda Combinex poate fi de ajutor.

Determinarea calităţilor cerute. Se presupune că este vorba de comandarea unui ghid de undă complex, care trebuie să aibă o suprafaţă interioară finisată fin, gradul de fineţe fiind între limitele de 20 şi 150 microni, 20 fiind cea mai fină iar 150 fiind

Scanned with OKEN Scanner

suprafaţa cea mai rugoasă ce poate fi acceptată. Precizia dimensională este o altă condiţie critică şi aceasta trebuie să se situeze între o limită superioară de ±0,002 mm şi o limită inferioară de ±0,003 mm. Greutatea este un factor nedorit, întrucât echipamentul trebuie să poată fi deplasat rapid pe un teren accidentat. Costul poate constitui un factor hotărâtor pentru antreprenor, întrucât contractul se obţine la licitaţie; el este un factor decisiv şi pentru beneficiar, deoarece determină numărul de echipamente pe care le poate cumpăra cu resursele disponibile.

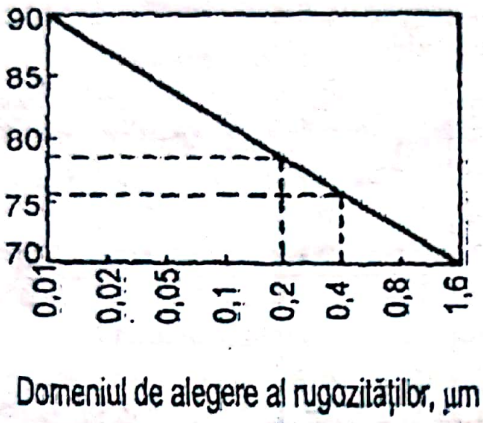


Fig. 6.3. Transformarea măsurării de rugozitate a suprafeţei în punctaje (coloana 2 din tabelul 6.3)

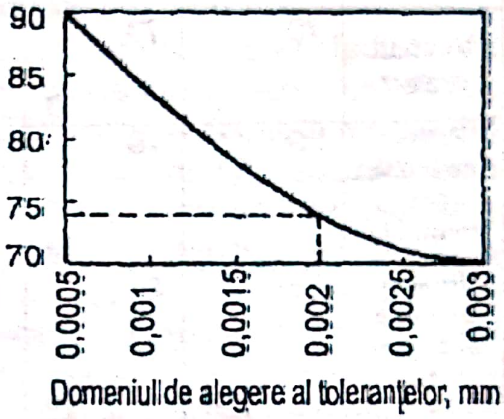


Fig. 6.4. Transformarea toleranţelor de precizie dimensională în punctaje (coloana 4 din tabelul 6.3)

S-au stabilit, pentru economicitatea producţiei şi pentru greutate limite superioare şi limite inferioare, în unităţi monetare (u.m.) şi kilograme că greutatea cea mai mare acceptată să fie 190 kg. În acelaşi mod s-au stabilit costul minim şi maxim acceptabile între limitele de 1500 u.m. şi 5500 u.m.

Ierarhizarea calităţilor. După definirea calităţilor cerute precum şi limitele superioară şi inferioară, se poate vedea că pentru fiecare calitate există un domeniu de alegere. Un astfel de domeniu de alegere permite jocul liber între calităţi, care duce la obţinerea combinaţiei optime.

Această tatonare de proporţii se aseamănă cu acţiunea pictorilor când combină culorile, cu aceea a poeţilor când combină cuvintele, cu aceea a bucătăreselor care combină ingredientele pentru a obţine o mâncare gustoasă (vezi definirea conceptului de valoare ca un concept universal în aprecierea acţiunilor umane).

În cazul de faţă se combină factorii de evaluare ai rugozităţii de suprafaţă, cu factorii de apreciere ai preciziei dimensionale, cu factorii de evaluare ai greutăţii şi cu u.m. ca factori de apreciere ai costurilor de fabricaţie. Toţi aceşti factori se combină astfel încât, în

final, să rezulte o decizie cât mai corectă, atât din puntul de vedere al producătorului, cât şi al beneficiarului, în aprecierea costului produsului industrial vizat.

Tabelul 6.3

Tabelul de punctaj Combinex: Alegerea unei metode de fabricaţie

Beneficii / Ponderi / Alegeri	Finisare netedă (B_1)	Economie în producţie (B_2)	Precizie dimensională (B_3)	Pondere mică (B_4)	Merit relativ
	0,2	0,2	0,5	0,1	
Piese componente standard pentru ghiduri de undă; Conexiuni speciale C_1	78,60 15,72	70,00 14,00	74,00 37,00	72,70 7,27	73,99
Tablă de aluminiu formată şi tăiată la ştanţă, brazurată prin imersie sau cuptor C_2	75,65 15,13	90,00 18,00	70,00 35,00	90,00 9,00	77,13
Electroformare pe dornuri cu montaj special C_3	90,00 18,00	78,80 15,76	90,00 45,00	88,80 8,88	87,64
Tablă de aluminiu formată şi tăiată la ştanţă, sudată cu fascicol de electroni C_4	75,65 15,13	81,20 16,24	74,00 37,00	90,00 9,00	77,37
Piese componente turnate în forme fuzibile sau în cochile, asamblate prin brazurare C_5	75,65 15,13	71,90 14,38	74,00 37,00	70,00 7,00	73,51

Două exemple vor fi suficiente pentru a arăta modul în care se realizează această transformare a datelor practice în punctaj:

1. Gradul de netezime al finisării suprafeţei, transformat pe baza datelor valorice obţinute la măsurare, figura 6.3;
2. Precizia dimensională, transformată pe baza toleranţelor evaluate în zecimi de mm, figura 6.4;

Curba descendentă din figura 6.3 care de fapt este o linie dreaptă, nu numai că inversează relaţia astfel încât numerele mici capătă o pondere mare, dar transformă şi datele brute într-o scară de aprecieri în punctaje de la 70 la 90 (vezi figura 6.1).

Scanned with OKEN Scanner

Linia curbă descendentă din figura 6.4 inversează şi transformă şi ea (pe măsură ce coboară, dintr-o scară în alta), dar în cursul transformării ţine seama de diferenţa dintre toleranţele permise şi efectul pe care îl are precizia dimensională asupra funcţiei echipamentului.

Stabilirea de ponderi. Există un şi o proporţie între calităţile care vor da performanţa optimă a unui produs şi eficacitatea lui maximă într-un sistem. Un mod de a stabili un astfel de echilibru, atunci când se ştie dinainte unde trebuie să se ajungă, este să se aloce valori relative de importanţă, adică factori de pondere calităţilor respective, astfel cum s-a arătat atunci când s-a descris metoda Combinex. Chiar în cazul în care nu se cunoaşte dinainte echilibrul la care trebuie să se ajungă, factorii de pondere preliminari servesc drept bază pentru experimentare, calcul sau simulare, în căutarea echilibrului optim.

Experienţa în domeniul performanţelor ghidurilor de undă electronice, care formează o parte a echipamentului militar transportabil, arată că precizia dimensională este de departe considerabil cel mai important şi că importanţa lui echivalează cu importanţa însumată a celorlalte trei calităţi. Acestei calităţi I se va atribui deci jumătate din ponderea totală, adică 0,5 (vezi tabelul 6.3). Netezimea finisării suprafeţei şi economia de fabricaţie sunt fiecare considerate ca având o importanţă dublă faţă de greutate; ca atare, restul de 0,5 din pondere se distribuie în raportul de 0,2, 0,2 şi 0,1 totalul adiţionat dând unitatea.

Întocmirea tabelului de punctaj. În tabelul 6.3 se prezintă tabelul de punctaj Combinex complet. Calităţile B1 până la B4 sunt înşirate sus pe orizontală, iar sub ele trecute ponderile respective, în timp ce opţiunile de la C1 până la C5 sunt trecute pe verticală, în coloana din stânga.

Să examinăm acum figura 6.3. Alegerea 1 reprezintă o rugozitate a suprafeţei de 40 μm. Linia punctată care se ridică din dreptul cifrei 0,02 μm şi merge paralel cu axa orizontală arată modul în care această cifră este transformată în nota 70,60 de pe axa verticală. Alegerile 2, 4 şi 5 reprezintă toate o rugozitate a suprafeţei de 0,05 μm, care este transformată în nota 75,65; alegerea 3, aceea de 0,01 μm care reprezintă finisarea cea mai bună, este notată cu 90. Notele acordate celor 5 alegeri apar apoi în coloana *netezirea suprafeţei* din tabelul 6.3. Ele sunt scrise în colţul din stânga sus al fiecărei căsuţe.

Se procedează în mod asemănător pentru fiecare dintre calităţile, notele respective fiind scrise în colţul din stânga sus al căsuţelor de sub ele.

Aceste note sunt apoi înmulţite cu coeficienţii de pondere de deasupra lor, iar rezultatele – care sunt trecute în colţul din dreapta

Scanned with OKEN Scanner

jos al fiecărei căsuțe – sunt adunate pe orizontală dând astfel cifra relativă de merit pentru fiecare etapă.

Dacă vom privi acum coloana *meritele relative* din tabelul 6.3 se va vedea că alegerea 3, adică electroformarea, este procedeul optim pentru aplicarea din speță.

6.7. Analiza criterială a factorilor semnificativi din mesajele informaționale şi alegerea soluției la analiza valorii

***Criteriul** este un punct de vedere al analistului (singur sau în echipă) prin care acesta izolează aspecte ale realității, de obicei anumite însuşiri cerute obiectivului analizei.*

În general, metodele de analiză sunt cele mai folosite în analiza factorilor semnificativi din mesajele informaționale, fiind o familie de metode foarte variate aparținând analizei de sistem. Aceste metode îşi propun:

- să identifice factorii semnificativi care intervin într-un anumit proces sau fenomen şi să determine *importanța* contribuției acestora, stabilindu-se *ierarhia* lor;
- să stabilească principalele criterii de comparație a soluțiilor posibile;
- să întocmească modele matematice simple şi totodată operative în vederea *elaborării, evaluării* şi *selecționării* variantelor.

În cercetarea tehnico-ştiințifică, dar şi în alte domenii de creație, sunt utilizate numeroase metode de analiză multicriterială sau monocriteriale.

Adoptarea unui număr firesc limitat de criterii este impusă de tendința intelectului uman de a simplifica realitatea.

Criteriile selectate admit, mai totdeauna, o ordonare după gradul lor de contribuție la realizarea obiectivului; diferența *valorică* este o operație comună tuturor metodelor de analiză criterială.

Dacă adoptarea unui număr relativ restrâns de criterii constituie o *simplificare a realității, ierarhizarea* criteriilor reprezintă o *siluire* a acesteia, *o deformare a sistemului* studiat.

Analistul este obligat să accepte aprioric aceste consecințe, de aceea autorii diverselor metode au căutat să găsească mijloacele cele mai potrivite de alegere (componența colectivului de specialişti decidenți rămânând însă cea mai sigură cale) şi de *măsurare* a importanței lor, adică a ponderii, a *greutății* relative a fiecărui criteriu în complexul criterial.

Aşa cum s-a specificat, mai sus, metodele de analiză criterială servesc la **(A)** elaborarea unei creații; **(B)** evaluarea comparativă a mai multor creații similare; **(C)** selecționarea lor pe baza evaluării; **(D)** opțiunea pentru una din variantele selecționate; se utilizează numeroase procedee – funcție de scopul propus – de

Scanned with OKEN Scanner

exemplu, *analiza combinatorie* (condiționată și/sau aleatorie) pentru elaborare și *rafinare*, grafuri elementare pentru *evaluare și decizie, diagrame* și *formule* (pe baze statistice, experimentale sau empirice) pentru determinarea unor valori numerice etc.

Ne vom referi numai la grafuri de ordonare și modalitățile de stabilire a coeficienților, comune tuturor metodelor, celelalte procedee mai *speciale* însușindu-se odată cu metoda care le folosește.

	A	B	C	D	E
A					
B					
C					
D					
E					

I

	A	B	C	D	E	F	G
α							
β							
γ							
δ							
ε							

II

Fig.6.4. Grafuri elementare folosite în metodele de analiză criterială

Metodele de analiză criterială (și nu numai ele) fac apel la niște grafuri elementare sub forma de: **(I)** *tabele pătrate sau* **(II)** *dreptunghiuri*, figura 6.4, denumite astfel, după cum în linii și pe coloane au aceleași caractere (respectiv același elemente) sau caractere diferite (elemente, mulțimi).

Menționăm că cuvintele "pătrat" și "dreptunghi" nu au înțelesul obișnuit din geometrie: dacă un tabel "pătrat" (sau "latin") este întotdeauna și un pătrat geometric, în schimb un tabel "dreptunghiular" (sau "greco-roman") nu este neaparat un dreptunghi geometric.

Analiza criterială folosește pentru ordonarea criteriilor tabele pătrate care pun în corespondență două "mulțimi" identice numite *grile*, iar pentru scopuri decizionale tabele dreptunghiulare (*matricea consecințelor, de exemplu*). Pe *grilă* se compară **N** elemente (criterii, funcții etc.), una câte una, fiecare cu fiecare (inclusiv cu ele însele).

Grilele pot fi de **n** valori, de exemplu:

n = 2 **0 și 1** **0** $\Rightarrow$ mai puțin *important* decât...
1 $\Rightarrow$ mai *important* decât...

n = 3 **0, x și 1** **x** $\Rightarrow$ la fel de important ca...

.....

n = 10 Se dau note de la **0** la **10** fiecărui element din tabel în așa fel încât două elemente comparate între ele au note *complementare* (de sumă = **10**), de exemplu, dacă se compară elementul E_i cu elementul E_j și dacă lui E_i i s-au acordat, să presupunem, nota 6, lui E_i i se acordă nota **4 (6 + 4 = 10)**, înțelegându-se astfel că E_i este mai

important decât E_j şi anume de **1,5** ori mai important **(6/4 = 1,5)**.

Şi la grilele de **2** sau **3** valori se acordă un *punctaj*, de obicei **0** puncte pentru valoarea **0**, **1/2** punct pentru valoarea **x** şi **1** punct pentru valoarea **1**.

Grila de 3 valori este cea mai frecventă, de aceea o vom folosi şi noi cu precădere în exemplele ce vor urma.

La această grilă, suma totală a punctelor obținute de toate elementele N de pe grilă este întotdeauna egală cu:

$$p = \frac{N^2}{2}$$

(deoarece se lucrează cu tabel pătratic, iar valoarea medie este **x=0,5**).

Coeficienții de pondere a factorilor (γ_i) sau notele de importanță (N_i) se pot lua egali cu punctajul obținut pe grilă, cu procentul punctajului respectiv din punctajul total, prin apreciere (cu notele de la **0** la **10**, sau alt interval de sumă fixă – **10, 25, 30, 50, 100** etc. – sau indiferent de sumă, obținută prin adunarea notelor), sau, se poate calcula prin diferite formule (cele mai multe empirice), dintre care cea cu cele mai bune rezultate în practică s-a dovedit a fi următoarea relație cunoscută şi sub numele de formula "Frisco":

$$\gamma_j = \frac{p + \Delta p + m + 0{,}5}{\frac{N}{2} - \Delta p'}$$

unde **p** este suma punctelor obținute pe linie de elementul **(j)**; $\Delta p'$ - diferența dintre punctajul elementului **(j)** şi punctul elementului clasat pe ultimul loc (**0** sau **< 0**).

Exemplul 1. Vom considera urm[torul exemplu.

Se supune analizei criteriale stabilirea variantei cele mai bune în elaborarea soluțiilor tehnico-funcționale la automobile:

a. motorul şi tracțiunea în față **(totul în față)**;
b. motorul şi tracțiunea în spate **(totul în spate)**;
c. motorul în față şi tracțiunea în spate **(soluția clasică)**.

Pentru stabilirea soluției cele mai avantajoase, se iau în considerare cinci criterii şi anume:

F – costul de fabricație;
C – confortul;
S – securitatea în deplasare;
D şi **D'** – ținuta de drum: pe drum uscat şi, respectiv, pe drum umed.

Ponderea criteriilor s-a făcut pe o grilă *latină* de **3** valori, iar coeficienții de importanță a-i criteriilor (γ_i) s-au calculat cu relația de mai sus, întocmindu-se tabelul 6.4.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.4.
Calculul coeficienților de importanță

	F	C	S	D	D'	puncte	%	Nivel	γ
F	x	x	0	0	0	1,0	8	IV/ V	0,33
C	x	x	0	0	0	1,0	8	IV/ V	0,33
S	1	1	x	1	1	4,5	36	I	5,00
D	1	1	0	x	0	2,5	20	III	1,44
D'	1	1	0	1	x	3,5	28	II	2,71

Tabelul 6.5.
Stabilirea soluției optime

criterii / soluții	S		D'		D		C		F		$\Sigma N_{\gamma i}$
	N_i	$N_{\gamma s}$	N_i	$N_{\gamma D'}$	N_i	$N_{\gamma D}$	N_i	$N_{\gamma C}$	N_i	$N_{\gamma F}$	
a	9	45	8	21,68	10	14,40	10	3,30	6	1,98	86,36
b	7	35	4	10,24	10	14,40	9	2,97	10	3,30	66,51
c	8	40	6	16,26	8	11,52	8	2,64	8	2,64	73,06

Pentru întocmirea tabelului 6.5 s-a acordat pentru fiecare criteriu, fiecărei soluții, o notă N_i de pe scara de la 1 la 10 şi apoi s-a înmulțit cu ponderea criteriului γ_i şi după însumarea pe linie, pentru fiecare criteriu, s-a obținut varianta optimă corespunzătoare sumei celei mai mari. În cazul de față **soluția optimă este (a) – totul în față**.

Exmplul 2. Plecând de la o grilă pe *categoriile* poetice ale lui Edgar Poe, întocmită de către un juriu de profesori americani de literatură, un grup de studenți au aplicat metodologia respectivă la analiza a trei poezii ale lui G. Topârceanu, prezentate mai jos. Ei şi-au pus problema stabilirii aşa numitei *eigen-value*, prin analiza criterială şi tehnica Delphi.

În tabelul 6.6 se prezintă criteriile de evaluare luate în considerare, ierarhizarea şi ponderea acestora stabilită de colectivul de profesori americani.

După patru runde de notare a criteriilor, cu note de la 1 la 10, se înmulțesc notele de importanță, cu coeficienții de pondere ai criteriilor respective de la ultima rundă şi efectuând însumările se obține următorul rezultat (tabelul 6.7):

(II) *Aeroplanul*, 163,189 puncte;
(I) *În Iaşi*, 159,089 puncte;
(III) *Gelozie*, 158,089 puncte.

Scanned with OKEN Scanner

Poezii de George Topârceanu		
În Iaşi (I)	Aeroplanul (II)	Gelozie (III)
Două, postmeridiane... Sună lung şi monoton Ornicul cu trei cadrane De la Sfântul Spiridon Toamna prin văzduh adie Ca un zbor de libelulă În lumina străvezie Merge-agale o patrulă. Pe trotuarul plin de soare Saltă-n mers grăbit părechi De studente zâmbitoare Cu frizete la urechi. Şi spre Universitate Trec, ducând pe serviete Claritäţi întunecate Şi sclipiri de baionete.	Spre apusul de jăratic Cu livezi scăldate-n aur, Trece-un nour singuratic Alb şi mare cât un taur. Iar în urma lui s-abate, Gata-gata să-l ajungă, Un ţânţar cu coadă lungă Şi cu aripi nemişcate. Creşte-n asfinţit pojarul. Dealurile stau s-adoarmă. Noarul tace, dar ţânţarul Umple liniştea de larnă.	Dacă nu ne-am fi întâlnit (Absolut din întâmplare), tu pe altul oarecare tot aşa l-ai fi iubit. Dacă nu-ţi ieşeam în drum Ai fi dat cu bucurie Altuia străin, nu mie, Mângâierile de-acum. Ai avea şi vreun copil Care, poate (idiotul !), Ar fi semănat cu totul Cu-acel tată imbecil. Dar aşa... ce lucru mare Că-ntr-o zi ne-am întâlnit Şi că-s foarte fericit,- Absolut din întâmplare !
Numerotarea (I),(II) şi (III) este metodologică, pentru a nu se repeta, titlurile poeziilor respective.		

Tabelul 6.6

Ierarhizarea şi ponderea criteriilor de evaluare

Criteriul		E	O	I	M	S	T	F	D	Pct.	Ord.	γ_i
Efect*	E	x	x	1	1	1	1	1	1	7,0	I	5,25
Originalitate	O	x	x	x	1	1	1	1	1	6,5	II	4,22
Imaginaţie	I	0	x	x	x	1	1	1	1	5,5	III	2,91
Muzicalitate	M	0	0	x	x	1	1	1	1	5,0	IV	2,33
Sentiment	S	0	0	0	0	x	1	1	1	3,5	V	1,33
Tema	T	0	0	0	0	0	x	1	1	2,5	VI	0,82
Forma	F	0	0	0	0	0	0	x	1	1,5	VII	0,42
Dimensiuni*	D	0	0	0	0	0	0	0	x	0,5	VIII	0,09
*Noţiunea este similară *semnificaţiei induse*.												

Exemplul 3. În 1968, la Universitatea din Chile, întreprinzându-se mai multe studii privind definiţia inteligenţei umane şi întocmirea testelor de stabilire a coeficienţilor intelectuali, s-a publicat lucrarea unui colectiv condus de Catherina Morris consacrat analizei *valorice* a marilor personalităţi ale omenirii.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.7

Rezultatul consultării

Runda ⇨	1			2			3			4		
Poezia ⇨ / Criteriu ⇩	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Efect	9,33	9,00	8,86	9,33	9,00	8,86	9,50	9,33	9,00	9,53	9,33	9,00
Originalitate	8,86	9,67	9,00	9,00	9,67	9,00	9,00	9,67	9,00	9,00	9,67	9,00
Imaginație	9,50	9,33	9,00	9,67	9,33	9,00	9,50	9,33	8,86	9,33	9,33	8,86
Muzicalitate	9,96	9,00	9,50	8,50	9,00	9,50	8,50	9,33	9,50	8,50	9,33	9,50
Sentiment	9,67	9,33	9,33	9,67	9,00	9,33	9,67	9,00	9,50	9,67	9,00	9,50
Temă	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,33	9,00	9,00	9,33	9,00
Formă	8,86	8.86	9,00	8,86	9,00	9,50	8,86	9,33	9,67	9,00	9,53	9,67
Dimensiuni	9,50	9,33	9,00	9,53	9,53	9,00	9,53	9,33	9,00	9,67	9,33	9,00

Tabelul 6.8

Primele 10 mari personalități ale omenirii stabilite la Universitatea din Chile în 1968

Ord.	Personalitatea	Puncte	%
I	Johan Wolfang Goethe (1794-1832)	210	100,0
II	Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716)	205	97,6
III	Blaise Pascal (1623-1662)	195	92,9
IV/V	Leonardo da Vinci (1452-1519)	180	85,7
IV/V	Madame de Stael (1766-1817)	180	85,7
VI/ VII/ VIII	Johan Sebastian Bach (1685-1750)	165	78,6
	Ludwig van Bethoven (1770-1827)	165	78,6
	Wolfang Amadeus Mozart (1756-1791)	165	78,6
IX	Simon Bolivar (1783-1830)	155	74,0
X	Napoleon Bonaparte (1769-1821)	150	71,4

Pentru clasificare s-au folosit criteriile: *originalitate; profunzime; influență; audiență; multilateralitate; vastitate.* Pe baza acestor criterii s-a realizat ordine prezentată în tabelul 6.8.

Exemplul 4. Nefiind de acord cu ordinea stabilită de Universitatea din Chile, revista franceză *D'Artagnan* a încredințat unui juriu de opt profesori universitari *cuantificarea* criteriilor chiliene şi *notarea* celor mai proeminente personalități (împărțite pe două mari categorii: oameni de artă şi oameni de ştiință) la fiecare dintre criterii. În tabelul 6.9 prezentăm ordinea primelor 10 mari personalităţi ale artei stabilită de profesorii francezi.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.9

Primele 10 mari personalități ale lumii stabilite de un grup de profesori francezi

Mari personalități ale artei	O		P		I		A		M		V		$\Sigma N_{i\gamma}$	Ord
	N_i	$N_{i\gamma O}$	N_i	$N_{i\gamma P}$	N_i	$N_{i\gamma I}$	N_i	$N_{i\gamma A}$	N_i	$N_{i\gamma M}$	N_i	$N_{i\gamma V}$	10	
L. da Vinci	10	25	10	20	9	15,75	9	13,5	10	12,5	9	9	9,575	I
Dante	10	25	9	18	10	17,50	9	13,5	8	10	8	8	9,45	II
Shakespeare	9	22,5	10	20	10	17,50	10	15	8	10	9	9	9,40	III
Goethe	9	22,5	10	20	9	15,75	10	15	9	11,25	9	9	9,35	IV
Ibsen	10	25	10	20	10	17,50	9	13,5	7	8,75	8	8	9,275	V
Hugo	9	22,5	9	18	9	15,75	10	15	9	11,25	9	9	9,15	VI
Dostoevski	10	25	9	18	9	15,75	9	13,5	8	10	9	9	9,125	VII/ VIII
Tolstoi	9	22,5	9	18	9	15,75	10	15	8	10	10	10	9,125	
Beethoven	10	25	10	20	9	15,75	8	12	8	10	8	8	9,075	IX
Voltaire	9	22,5	9	18	9	15,75	9	13,5	9	11,5	9	9	9,00	X

La cuantificarea criteriilor, s-au stabilit următoarele ponderi γ_I:

O – originalitatea operei, $\gamma_O = 2,50$;

P – profunzimea ideilor, $\gamma_P = 2,00$;

I – influența asupra altor oameni de creație, $\gamma_I = 1,75$;

A – audiență la marele public, $\gamma_A = 1,50$;

M – multilateralitatea preocupărilor, $\gamma_M = 1,25$;

V – vastitatea operei, $\gamma_V = 1,00$;

Nu s-a luat în considerare estetica lucrărilor deoarece esența calitativă a operelor estetice nu este comparabilă.

Prezintă importanță, pentru alte analize, criteriile luate în considerare la aprecierea operelor marilor personalități din artă şi coeficienți de pondere a acestora.

6.7.1 Analiza semnificațională a traducerilor poetice

Semnificația indusă poate fi folosită pentru evaluarea traducerilor poetice, fiind unul din principalii factori de *echivalență* dintr-o poezie în versiune originală şi traducerea ei în altă limbă.

Scanned with OKEN Scanner

Sonetul 66 de William Shakespeare (1564-1616)

Original

Tired with all these , for resful death I cry
As, to behold desert a beggar born,
And needy nothing trimm'd jollity,
And purest faith unhappily forsworn,
And gilded honour shamefully misplaced,
And maiden virtue rudely strumpeted,
And right perfection wrongfull by disgraced,
And strenght by limping sway disabled,
And art made tongue-tied by authority,
And folly, doctor-like, controlling skill,
And simple truth miscall'd simplicity,
And captive good attending captain ill:
Tired with all these, from these would I be gone,
Save that, to die, I leave my love alone.

Traducere de Mihnea Gheorghiu

Mă uit scârbit la tot, şi-aş vrea să mor,
Decât să-l văd slăvit pe ticălos,
Iar pe sărman de râsul tuturor,
Să-l văd tăgăduit pe credincios,
Pe vrednicul de cinste oropsit,
Şi pe femei batjocorite crunt,
Pe cel făr' de prihană pedepsit.
Şi pe viteaz străpuns de cel mărunt,
Şi artele sub pintenul despot.
Să văd prostia doctor la deştepţi,
Şi adevărul "vorbă de netot",
Şi strâmbul poruncindu-le la drepţi.
Mă uit scârbit la tot, şi bun rămas !
Dar dacă mor, iubirea-mi cui o las ?

Traducere de Ion Frunzeti

Scârbit de toate, tihna morţii chem:
Sătul să-l văd cerşind pe omul pur,
Nemernicia-n purpuri şi-n huzur,
Credinţa – marfă, legea sub blestem,
Onoarea – aur calp, falsificat,
Virtutea fecioarei târguită,
Desăvârşirea jalnic umilită,
Cel drept, de forţa şchioapă dezarmat,
Şi arta sub căluş amuţind:
Să văd prostia – dascăl la cuminţi,
Şi adevărul – "semn al slabei minţi",
Şi Binele slujind ca rob la rele.
Scârbit de tot, de toate mă desprind:
Doar că, murind, fac rău iubirii mele.

Traducere de Teodor Boşca

Sătul de toate, chem odihna morţii:
Azi Meritu-i milog de cum se naşte,
Şi-n pompă-l scaldă Netrebnic sorţii,
Şi dalbul Crez trădarea crudă-l paşte,
Şi Cinstea-i pusă-n locuri de ocară,
Şi-n laţ desfrâul Vergura o strânge,
Şi-amar surghiun Virtutea o-mpresoară,
Şi-Avântul nou Puterea şchioapă-l frânge,
Şi glasul Artei Legile-l sugrumă,
Şi dascăl Minţii doctorul Prostie,
Şi numele-Adevărului e Glumă,
Şi Rău-i sus, iar Binele-n robie;
Sătul de toate, mi-aş dori pieirea,
Doar că, de mor, pustie-mi las iubirea.

Traducere de Neculai Chirica

Implor, sătul de toate, tihna morţii
Atâta timp cât meritul cerşeşte
Şi nulităţii purpurii îi pun sorţii
Şi crezul pur trăieşte mişeleşte
Şi-al cinstei aur ruşinos se-mparte
Şi-i terfelit tot ce-i neprihănire
Şi dreptul pe nedrept e dat de-o parte
Şi-avântu-i frânt de-o şchioapă cârmuire
Şi artele au gurile legate
Şi nebunia-i doctor minţii clare
Şi adevărul simplu-i simplitate
Şi răul ţine binele în ghiare
Sătul de toate-aş trece al vieţii prag
Dar nu am cui lăsa pe cel prea drag.

Traducere de Tudor Dorin

Sătul de lume, pacea morţii jindui
Când văd cerşitorind pe Virtuos,
Şi pe Netoţi huzurul copleşindu-l,
Şi limpedea Credinţă sub ponos,
Şi Naltul Cin cui nu se cade dat,
Şi fecioria silnic terfelită,
Şi strâmb hulit Cel Drept cu-adevărat,
Şi Vlaga prin legi şchioape vlăguită,
Şi Arta amuţind sub Tiranie,
Şi Prostănacii dăscălind pe Genii,
Şi cinstea poreclită Neghiobie,
Cei Buni stând smirnă. Răii – căpetenii,
Sătul de tot ce văd, aş vrea să pier,
De n-aş lăsa pe dragul meu stingher.

Scanned with OKEN Scanner

Traducere de Gheorghe Tomozei	Traducere de Maria Moscu
Scârbit de tot, izbava morţii chem, Cel drept cerşeşte, laşul îşi arogă, Nevolnic, a magnificenţei togă Şi gândul pur se stinge sub blestem Cinstire-l împărţită grosolan, E pângărită casta fecioríe Perfecţiunea-l frântă de urgie Şi-ngenunchiat, orice sublim elan. A artei gură trândavu-o astupă, Nerodul, iscusiţii-i porunceşte Şi adevărul singur se smereşte Robit mişelului ce stă să-l rupă. Scârbit de tot m-aş duce fără glas, Dar dragostea, murind, cui să o las ?	Scârbit de toate, îţi cer tihna moarte, Văd vrednicia-n zdrenţe cerşetoare, Şi neroziei de dichis i-e parte, Şi crezu-nalt călcat e în picioare, Şi-i mârşăvia-n scaunul măririi, Şi-i scârnav prihănită fecioria. Şi-n tină-i dat să stea desăvârşirii, Şi frântă de netrebnici e dârzia, Şi-i arta-n ham sub stăpâniri sfruntate, Şi-nţelepciunii tot nebunu-i vraci, Şi adevărul simplu-i simplitate. Şi răul ţine binele-n gârbaci: Scârbit de toate, mă primească firea, Dar singură cum pot să-mi las iubirea.
Shakespeare, Opere, vol.9, Ed. Univers, Bucureşti, 1995, p.256-259	

Traducerea poetică ridică mari dificultăţi şi nu întâmplător italienii folosesc un joc de cuvinte: *tradutore, traditore*...(traducător, trădător). Dificultaea traducerii poate fi observată şi din traducerile sonetului 66 de William Shakespeare, în şapte variante, prezentate mai sus. De aceea s-au încercat diverse analize calitative pentru traducerea versurilor dintr-o limbă în alta. Pe această linie se înscrie şi metodologia propusă de un colectiv italian, cunoscut sub numele *D'Annunzio*[1], pe baza unei relaţii matematice denummită *formula genoveză*:

$$\overline{V} = \frac{k_1.r + k_2.m + k_3.B}{\sum k_i - \log(1+t)}$$

unde $\overline{V}$ este valoarea proprie (*eigen-value*) traducerii; **r** – respectarea ritmului şi rimei; **m** – muzicalitatea traducerii; **B** – semnificaţia indusă; **t** – fidelitatea textului (*depărtarea* lexicală); k_i – coeficienţii stabiliţi printr-o consultare Delphi şi pentru care se propun valorile: $k_1=2,75$; $k_2=3,25$; $k_3=4,00$; $\Sigma k_i=10$.

$$r = \sqrt{n}.a^2.\delta_n$$

în care $\overline{n}$ este raportul dintre numărul de silabe din versiunea originală n_{so} şi numărul de silabe din traducere n_{st} (totdeauna subumitar, $n = n_{so}/n_{st}$ dacă $n_{so}<n_{st}$ sau $n=n_{st}/n_{so}$ dacă $n_{st}<n_{so}$); **a** – raportul schemelor de versificaţie (de asemenea subunitar); δ_n – raportul dintre numărul de cuvinte din original (n_o) şi cel din traducere

[1] Gabriele D'Annunzio (1863-1938) – scriitor reprezentativ al decadentismului italian.

Scanned with OKEN Scanner

(n_t), totdeauna subunitar ($\delta_n = n_o/n_t$ dacă $n_o<n_t$ sau $\delta_n = n_t/n_o$ dacă $n_t<n_o$); **m** – *muzicalitatea* (se apreciază prin valori numerice arbitrare cuprinse între **0** şi **1**). Grupul *estetic D'Anunzio* face observaţia interesantă că între valorile **r** şi **m** există o antinomie a cărei amploare depinde de relaţia de similitudine fonetică dintre cele două limbi implicate: limba originalului şi limba *ţintă*, o proporţionalitate inversă foarte greu de *formmalizat* chiar pentru imaginativii autori ai expresiei pentru **r**.

$$t = \frac{n'}{n}$$

unde **n'** reprezintă numărul de cuvinte cu acelaşi înţeles din cele două versiuni (original şi traducere); $n=(n_o+n_t)/2$ – numărul mediu de cuvinte pentru original şl traducere.

$$B = t\sqrt{\frac{m}{1+R}}$$

unde **R** reprezintă redundanţa *relativă*, determinându-se prin raportul dintre numărul *mediu* de repetări din traducere şi original: $R=R_t/R_o$; acest număr mediu se obţine raportând suma repetărilor la radicalul numărului (**N**) de cuvinte repetate:

$$R_t = \frac{\sum_0^N (x+y+...+z)}{\sqrt{N}}$$

(este vorba de repetările unuia şi aceluiaşi cuvânt din necesităţi de corectitudine logică şi gramaticală a textului sau, numai, din neabilitate scriitorească şi nu de repetarea *artistică*, *emoţională*, cu rol de subliniere a mesajului, nuanţă care nu a putut fi prinsă în *formula genoveză*).

Se va prezenta un exemplu de analiză a gradului de corespondenţă dintre original şi traducere, luând ca exemplu o poezie a Iuliei Haşdeu, traducere efectuată de Crina Decuseară-Bocşan şi prezentată în volumul: Iulia Haşdeu, *Scrieri alese*, Ed. Minerva, Bucureşti, 1988, p.56. Menţionăm că analiza nu are scop calitativ, ci pur şi simplu, pentru a prezenta modul de aplicare al formulei genoveze elaborată de grupul D'Anunzio (se poate observa aceasta din prezenta valorilor **m** şi **r** la a căror evaluare se impune consultarea specialiştilor în domeniu).

Succesiunea calculelor este următoarea:

(r): $n = 81-90 = \overline{0,9}$ $\square 0,9 = 0,9487$; $a = 1$; $\delta_n = 1$; $r = 0,9487$.

(m): prin apreciere, $m = 0,90$.

(t): $n' = (39 + 58)/2 = 48,5$; $t = 23/48,5 = 0,4742$;

(R_o): În original se repetă cuvintele: **1 – au (2); 2 – bois (2); 3 – veux (3); 4 – tu (3); 5 – pas (2); 6 – ta (2); 7 – plus (2).**

Scanned with OKEN Scanner

$$R_O = \frac{2+2+3+3+2+2+2}{\sqrt{7}} = \frac{16}{2,64575} = 6,0474$$

(R_t): În traducere se repetă cuvintele: 1 – ce (3); 2 – cânți, cântând, cântatrea (3); 3 – în (3); 4 – vrei (3); 5 – să (3); 6 – unim, uneşti (2); 7 – ca (2).

$$R_t = \frac{3+3+3+3+3+2+2}{\sqrt{7}} = \frac{19}{2.64575} = 7,1813$$

(R), Deci:

$$R = \frac{R_t}{R_o} = \frac{7,1813}{6,0474} = 1,875; \qquad \frac{m}{1+R} = \frac{0.90}{1+1,875} = 0,313$$

$$\sqrt{0,313} = 0,5595$$

(B):

$$B = t\sqrt{\frac{m}{1+R}} = 0,4742\sqrt{\frac{0,90}{1+1,875}} = 0,84742.\sqrt{0,313} = 0,4742.0,5595 = 0,2653$$

$$\overline{V} = \frac{k_1.r + k_2.m + k_3.B}{\sum k_i - \log(1+t)} = \frac{2.75.0.9487 + 3,25.0,90 + 4,00.0,2653}{10 - 0,16856} =$$

$$= \frac{2,6089 + 2,925 + 1,0612}{9,83144} = \frac{6,5951}{9,83144} = 0,67$$

Iulia Haşdeu	
A l'oiseau	Unei pasări cântătoare
A l'oiseau qui chante au bois Au bois sous la mousse, Veux-tu pas unir ta voix, Plus tendre et plus douche ? Veux-tu pas unir aux fleurs Embaumant la olaine De leurs divines senteurs, Ta plus pure haleine ? Veux-tu pas mirer tes yeux, Comme des etoiles, Dans le lac couleur des cieux, Ou glisent les voiles ?	Pasăre ce cânți întruna În frunziș, în codru des, Vrei să ne unim acuma Vocile în dulce vers ? Vrei să te uneşti cu flori – Ele-nsufleţesc câmpia Cu balsamurile lor, Tu – cântând cântarea-ți vie ? Şi n-ai vrea ca ochii tăi, Ce lucesc ca două stele, Într-un lac ce vede cerul, Să se vadă printre ele ?
Silabe: = 81; Cuvinte: = 39; Cuvinte cu acelaşi înteles: = 23	Silabe: = 90; Cuvinte: = 58; Cuvinte cu acelaşi înțeles: = 23
Traducere: Crina Decuseară-Bocşan	

Conform rezultatelor obținute, se observă că, după metodologia cercului *D'Anunzio*, traducerea poeziei *Unei păsări cântătoare*, corespunde circa 67% cu originalul.

Scanned with OKEN Scanner

Desigur, analiza matematică este o latură cantitativă de exprimare a gradului de corespondenţă dintre original şi traducere. Intervin însă o serie de factori estetici pe care analiza matematică nu-i ia în considerare. Nu întâmplător Goethe scria: *Die Mathematiker sind/ eine Art Franzosen:/ Redet man zu Ihnen,/ So übersetzen sie es/ in ihre Sprache,/ und dann ist alsobald/ ganz anders* (Matematicienii sunt ca francezii: le vorbeşti, ei îţi traduc spusele în limba lor şi totul devine complet altceva). Sau, aşa cum menţiona, în contextul poeziei, părintele spiritual al limbii române, Mihai Eminescu: *"Iambii suitori, troheii, săltăreţile dactile"* intervin ca factori hotărâtori în aprecierea estetică a unei poezii; şi *"Puternic ... e pururi iambul"* (vezi M.Eminescu, *Scrisoarea a II-a* şi sonetul *Iambul*). În unele cazuri este posibil ca estetica traducerii să fie superioară originalului. Deşi nu este o traducere, ci o transpunere în altă artă a unei opere, menţionăm următoarea anecdotă. Se spune că după reprezentarea *Traviatei*, Al.Dumas-fiul i-a reproşat lui Verdi: - Domnule, mi-ai omorât lucrarea! (desigur, se referea la *Dama cu camelii*). Verdi i-a replicat: - *din contră domnule, ţi-am făcut-o nemuritoare.* Se poate spune că Verdi a avut dreptate, întrucât, se pare că, mai mult este cunoscută *Dama cu camelii* prin *Traviata*, decât direct din roman.

6.7.2. Exemplu de aplicare a metodei criteriale pentru stabilirea soluţiei la analiza valorii

Analiza valorii este un caz particular la analizei criteriale, criteriul *unic* avut în vedere fiind corelaţia necesară şi suficientă dintre valoarea *funcţiilor* unui produs, proces sau serviciu şi costurile de realizare a acestora.

Cum costurile depind de calitatea cerută a produselor, calitate a cărei dimensiune esenţială este *fiabilitatea*, Universitatea bretonă preluând studiul valorii l-a îmbogăţit încercând să optimizeze produsele, procesele sau serviciile prin punerea în corespondenţă a trei mulţimi: **(1)** mulţimea *însemnătăţii* funcţiilor; **(2)** mulţimea fiabilităţilor funcţionale; **(3)** mulţimea costurilor de realizare a funcţiilor respective.

Analiza valorii, după ideile inginerului german F.Porche iniţiată încă din anii '30, ca o analiză monocriterială, completată cu metodologia lui Miles sau tehnica adoptată de şcoala franceză, se ocupă în general cu identificare şi realizarea cât mai eficientă a funcţiilor produselor existente; aplicarea metodei la conceperea unui produs, proces sau serviciu nou face obiectul ingineriei valorii şi propune să obţină o rezolvare complexă (tehnică, estetică şi economică) a obiectului.

Studiul *însemnătăţii lor* este o parte integrantă a analizei de sistem având ca fundamentare ştiinţifică teoria semnificaţiei. Prin *însemnătate* este tradus termenul englez de *value*, *valueur* în

Scanned with OKEN Scanner

franceză, *Wert* sau *Bedeutung* în germană, adică *valoare*, *preț*, *semnificație*, *importanță*.

Însemnătatea unui produs, proces sau serviciu nu se referă la produsul, procesul, serviciul în sine, ci la utilizarea lui, la cerințele pe care le satisface, prin funcțiile pe care le procură.

Analiza valorii se ocupă cu valorile funcționale *relative*, înțelegând prin *însemnătatea* sau *importanța* unei funcții, *ponderea* acesteia în raport cu totalitatea funcțiilor oferite de un produs, proces sau serviciu.

Astfel, dacă se spune că *însemnătatea* funcției estetice a unui autoturism este 0,1 (10%), rezultă că din totalul funcțiilor autoturismului (100%), ponderea acestei funcții, *să aibă un aspect plăcut*, este de o zecime, ceea ce înțelesul inițial al analizei valorii ar impune condiția ca şi costul de realizare al funcției estetice să fie în jur de 10% din costul total al autoturismului.

Cuvântul *funcție* provine de la latinescul *functio* (verb care înseamnă *a îndeplini*) şi este folosit în trei sensuri:

- funcția matematică
- funcția administrativă
- îndeplinirea unui anumit rol (de exemplu: *funcția* unui pianist este de a cânta la pian).

În analiza valorii se utilizează acest din urmă concept (cel mai apropiat de conotația originară); **funcția este răspunsul la o necesitate, este satisfacerea unei anumite cerințe a utilizatorului.**

Unitatea funcțională recunoaşte două concepte: utilitatea propriu-zisă (*utility*) şi însemnătatea (*value*) aşa cum a fost prezentată mai sus.

Utilitățile sunt mărimi variabile, depinzând de normele de reprezentare ale fiecărui consumator în parte sau cel puțin a unor grupe mai restrânse sau mai largi de utilizatori; ele sunt determinate prin tehnica **MAV** (*marketing prin analiza valorii*) introdusă mai recent de serviciile comerciale – în special – producătoare de bunuri de larg consum.

Pentru a clarifica şi mai mult aceste noțiuni operante în analiza valorii vom da un exemplu oarecum surprinzător despre utilitate. Cei care au citit romanul *Don Quijote* al lui Miguel de Cervantes Saavedra (1547-1616) au reținut poate că Don Quijote era satisfăcut de o impunătoare armură de cavaler, iar Sancho era mulțumit cu o farfurie de supă caldă. Ce este comun unei armuri şi unei supe ? Un singur lucru: măsura *utilității* lor, măsură care pentru doi subiecți poate fi aceeaşi (în exemplul nostru Don Quijote ar acorda nota maximă (10) armurii de cavaler, Sancho ar da aceeaşi notă supei).

Problema poate fi pusă şi invers: unul şi acelaşi element (de exemplu *prestanța* unei grele armuri metalice) nu are aceeaşi *semnificație* pentru toți subiecții.

Scanned with OKEN Scanner

Cum analiza valorii nu poate opera cu mărimi ce par esenţial subiective, *însemnătăţile* (spre deosebire de *utilităţi*) nu se referă la obiecte în *întregul* lor, ci sunt repartizate pe funcţii şi se încearcă a fi *cuantificate* prin tehnici mai mult sau mai puţin subtile, unele simple, empirice, altele mai matematizate şi – nu întotdeauna – mai riguroase.

Cercetarea dinamică, năzuind la obiectivarea valorilor funcţionale, conduce la cuprinderea într-o noţiune complexă – însă mai abstractă – a două categorii clasice ale economiei politice: valoarea de întrebuinţare şi valoarea de schimb. Obiectivarea valorică este poate sarcina cea mai dificilă a analistului, dar totodată cea mai rodnică; realizarea unei cuantificări de maximă generalitate şi o repartizare cât mai judicioasă a valorilor pe funcţii constituie miezul activităţii analizei valorii.

Valorile funcţiilor pot fi obţinute prin aşa zisă *rată a însemnătăţii*, luând în considerare costurile cele mai reduse de realizare a lor (procedeul *mijloacelor minime*); procentele acestor costuri (din costul total) reprezintă *ratele* însemnătăţii funcţiilor respective.

Tabelul 6.10

Definirea funcţiilor unei oglinzi retrovizoare de autoturism

Cod	Funcţii	Elementele cele mai simple de realizare a funcţiei	Cost (u.m)	ρ*(%)	Nivel
A	Retrovizibilitatea	Oglindă de poşetă	0,20	64,45	I
B	Susţinerea oglinzii	Bară metalică sudată la ambele capete	0,02	6,45	IV
C	Asigurarea deplasării în jurul a două axe	2 inele dispuse pe o bară îndoită în unghi drept	0,04	12,90	II/III
D	Trăinicia(la manevrări, vibraţii, condiţii atmosferice)	Şaibă cu arc pentru cele două poziţii	0,01	3,30	V
E	Demontabilitatea	Fixare cu şuruburi	0,04	12,90	II/III
Total			0,31	100%	

ρ*- Costul procentual (costul realizării elementare a funcţiei/costul total = ρ, reprezintă însăşi *rata însemnătăţii*).

Scanned with OKEN Scanner

În tabelul 6.10 se prezintă funcțiile și realizarea unei oglinzi retrovizoare (exterioară) a unui autovehicol.

Școala europeană (germană și franceză) preferă să determine *însemnătățile* prin cunoscuta metodă a grilelor de 2(**0,1**) sau 3(**0,x,1**) valori.

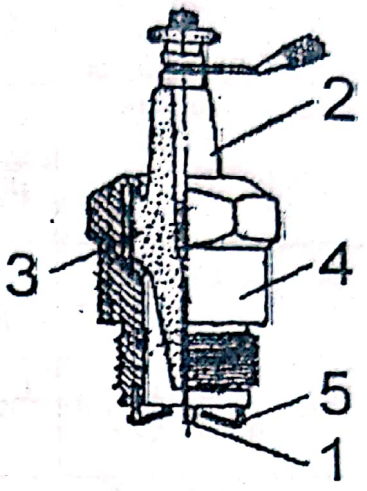


Fig.6.5. Bujie supusă analizei valorii (1-electrodul central; 2-partea exterioară a izolatorului; 3-partea interioară a izolatorului; 4-armătura de metal; 5-electrodul lateral)

Se prezintă, spre exemplu, modul de efectuare a analizei valorii pentru o bujie prezentată în figura 6.5. Analiza a fost încredințată unei echipe alcătuită din cinci ingineri care și-a început lucrările, stabilind funcțiile generale ale unei bujii:

A – să producă scânteia necesară aprinderii amestecului carburant;

B – să fie etanșă;

C – să fie izolată termic (adică: **1** – să-și păstreze calitatea de izolare la tensiunea de 15.000 ... 20.000 V; **2** – să reziste la variațiile de presiune din camera de ardere; **3** – să nu sufere alterări chimice);

D – să reziste la oxidare și la temperaturi înalte;

E – să fie bine fixată în chiulasa motorului.

Tabelul 6.11

Grila latină de trei valori pentru ponderarea funcțiilor bujiei din figura 6.4,și determinarea coeficientului de importanță γ_i cu formula Frisco

	A	B	C	D	E	puncte	ρ(%)	λ_i
A	x	x	0	x	x	2,0	16	1,00
B	x	x	0	x	1	2,5	20	1,625
C	1	1	x	x	1	4,0	32	4,00
D	x	x	x	x	1	3,0	24	2,42
E	x	0	0	0	x	1,0	8	0,27
Total						12,5	100%	9,915

După ordonarea și ponderarea funcțiilor, s-a trecut la identificarea elementelor care contribuie la realizarea fiecărei funcții și s-au calculat *costurile țintă(Sollkosten)* care teoretic urmează a păstra între ele aceleași raporturi ca și însemnătățile funcțiilor.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.12

Ratele însemnătăților şi coeficienții de ponderare
Pentru analiza valorii funcțiilor bujiei

Cod	Elemente de realizare a funcției	Costul (K)		ρ	$\bar{K}$	$\bar{K}/K$	Cost proiectat
		u.m.	%	%	u.m.	-	K_{pr}, u.m.
A	Electrozi	- vezi D -					
B	Garnitură metalică de etanşare	0,20	5	20	0,66	3,30	0,20
C	Izolatorul ceramic (cu mică)	1,80	45	32	1,85	1,03	1,50
D	Electrozi	0,80	20	(A+D) 40	1,37	1,71	0,60
E	Armătură metalică	1,20	30	8	0,12	0,10	0,70
TOTAL		4,00	100	100	4,00	-	3,00

Prin costuri țintă $\bar{K}$ (sau *costuri care ar trebui să fie*) doctrina germană înțelege nişte cifre egale cu produsul coeficientului de importanță al funcției cu câtul rezultat din împărțirea costului total la suma coeficienților de importanță:

$$\bar{K}_j = \gamma_j \frac{\sum K_j}{\sum \gamma_j}$$

Se observă că aceste raporturi diferă, după cum se are în vedere *ratele însemnătăților* (ρ_j) sau *coeficienții de pondere* (γ_j); practica a dovedit, după cum se va observa de altfel din tabelul 6.12, că aceştia din urmă sunt mai apropiați de posibilitățile de realizare funcțională.

Se prezintă următoarele observații:

1. Nu totdeauna costurile de realizare ale unei funcții trebuie reduse; sunt cazuri (semnalata de raporturi $\bar{K}/K>1$) când costurile efective mai mici decât costurile țintă (costuri fictive !) indică o recunoaştere a importanței reale a funcțiilor respective. În aceste cazuri analiza şi ingineria valorii sunt obligate să recunoască noi căi de realizare a funcției neglijate, în limitele costurilor permise de

Scanned with OKEN Scanner

însemnătatea ce l-a fost atribuită (ceea ce subliniază importanța deosebită a unui cât mai juste cuantificări);

2. În exemplul prezent, în vederea reducerii de costuri, analiştii s-au concentrat asupra funcției **E** (demontabilitatea) al cărui cost de realizare este de 10 ori mai mare decât costul țintă; K_{pr} – reprezintă costurile propuse de echipa de analiza valorii. K_{pr} pentru funcția **E** (respectiv pentru elementul ei de realizare, armătura metalică – de fapt numai o parte a armăturii care serveşte la înşurubare-deşurubare) corespunde unei reduceri de circa 42%. În urma întocmirii studiului de analiza şi ingineria valorii, proiectanții unității economice au redus costul total al bujiei cu 26% - mai mult decât se propusese prin studiu – adică un **K = 2,96 u.m.**, cea mai substanțială reducere s-a obținut la armătura metalică (65%), realizată în condiții de perfectă funcționare (şi o mai bună fiabilitate, renunțându-se la filet) cu numai 0,42 u.m.;

3. Prin metoda *mijloacelor minime* adoptată de şcoala americană, se determină însemnătățile funcțiilor, *pornind de la anumite costuri* de realizare a acestora (şi anume costurile celor mai mici mijloace disponibile), pe când prin metoda folosită de şcoala europeană, *dimpotrivă*, costurile-țintă sunt determinate plecând de la *însemnătățile* funcțiilor, stabilite prin diferite tehnici.

Progresul tehnic înregistrat în toate domeniile cere tuturor realizărilor inginereşti performanțe din ce în ce mai ridicate, precum şi menținerea lor la nivelul prevăzut , un timp îndelungat. Păstrarea unor anumite performanțe pe anumite durate - şi în anumite condiții – a condus la conturarea conceptului de *fiabilitate*, dimensiune a calității, deci, ca şi aceasta, nefiind o mărime fizică sau matematică, nu este direct măsurabilă. În practică se folosesc diferite relații indirecte care servesc la exprimarea cantitativă a fiabilității şi anume probabilități, timpi, indici sintetici, grade convenționale de evaluare etc.

Raportul dintre fiabilitatea parametrică şi cost reprezintă *indicele de fiabilitate funcțională Quirc*:

$$i_Q = \frac{\sum(\varphi_i).t_i}{k_i}$$

unde: $\Sigma(\varphi_i).t_i$ reprezintă suma produselor dintre valorile mărimilor esențiale în realizarea funcției şi duratele respective de menținere – între anumite limite – ale acestor valori; Σk_i – suma costurilor necesare realizării funcției respective, la parametrii proiectați, pe durata preliminară şi în condițiile prevăzute.

Fiecare funcție se materializează în diferite moduri; materializarea implică anumite cheltuieli: concepție, materiale, uzinarea unor piese, asamblarea lor etc.

Scanned with OKEN Scanner

Suma costurilor necesare realizării unei funcţii depinde de trei factori principali: (1) - concepţia proiectantului; (2) - nivelul parametrilor semnificativi; (3) - gradul de competenţă al constructorului.

Scopul principal al analizei valorii fiind tocmai echilibrarea costurilor cu însemnătăţile funcţiilor, stabilirea cât mai precisă a cheltuielilor necesare este foarte importantă mai ales ţinând seama de faptul că o evaluare neexactă a costurilor face inoperantă cea mai minuţioasă şi oricât de reuşită cuantificare a însemnătăţilor funcţionale.

Analiza valorii nu trebuie considerată o activitate de arbitraj între cost şi performanţă ci ca o metodă de corelaţie cu deosebită grijă pentru costuri/performanţe astfel ca obiectul, procesul sau serviciul ce se are în vedere să-şi îmbunătăţească sensibil indicii tehnici odată cu posibilele reduceri de costuri; de exemplu: mărirea razei de acţiune a unui avion poate fi interesantă indiferent de preţul său, sau reducerea termenului de livrare a unui echipament se poate conjuga foarte bine cu o majorare oarecare a costului, avantajele economice rezultate din mărimea razei de acţiune sau obţinerea unei anumite producţii înainte de termen compensând din plin sporul de cost al investiţiei respective.

Funcţiile nu se pot neglija prin diminuarea iraţională a costurilor, căutându-se soluţii *tehnice* de reducere a cheltuielilor, performanţele necesare funcţiilor –în raport cu necesităţile la care răspund – nu trebuie să fie alterate.

Analiza şi ingineria valorii însemnă mai mult decât o bună proiectare, mai mult decât o bună tehnologie, mai mult decât un studiu ştiinţific de organizare a muncii; activitatea de analiza şi ingineria valorii constituie un efort îndeplinit cu ajutorul tuturor tehnicilor moderne în scopul inventarierii exhaustive a funcţiilor ţi de realizare a lor la nivelul solicitat de utilizator cu cheltuielile cele mai mici cu putinţă.

Falcon[2] W.D. prezintă rezultatele obţinute în 1963, în SUA, după o anchetă privind efectele utilizării metodei de analiză şi inginerie a valorii:

I. *Fiabilitate*:
- mai bună: în 44% din cazuri;
- neschinbată: în 55% din cazuri;
- mai scăzută: în 1% din cazuri;

II. *Întreţinere* (uşurinţă de reparaţii şi schimb a pieselor uzate):
- îmbunătăţiri: în 40% din cazuri;
- neschimbată: în 50% din cazuri;
- înrăutăţiri: în 1% din cazuri

[2] Falcon W.D., L'analyse des valeurs, Ed.Hommes et technique, Paris, 1970

Scanned with OKEN Scanner

III. *Realizarea produsului*:
- mai uşoară: în 77% din cazuri;
- neschimbată: în 21% din cazuri;
- în regres: în 25% din cazuri;

IV. *Factorul uman* (schimbarea calificării şi a îndemânării lucrătorilor):
- în progres: în 25% din cazuri;
- neschimbat: în 73% din cazuri;
- în regres: în 2% din cazuri;

V. *Timpii de fabricaţie* (eliminarea, normalizarea sau simplificarea operaţiilor şi/sau a materialelor):
- reduşi: în 76% din cazuri;
- neschimbaţi: în 24% din cazuri;
- mai mari: nici un caz;

VI. *Calitatea produsului*:
- mai bună: în 38% din cazuri;
- neschimbată: în 62% din cazuri;
- mai slabă: nici un caz;

VII. *Greutatea produsului*:
- mai mică: în 39% din cazuri;
- neschimbată: în 59% din cazuri;
- înrăutăţită: în 35% din cazuri;

VIII. *Logistica* (numărul şi complexitatea elementelor necesare funcţionării):
- îmbunătăţită: în 32% din cazuri;
- neschimbată: în 65% din cazuri;
- înrăutăţită: în 1% din cazuri;

IX. *Performanţe:*
- mai ridicate: în 21% din cazuri;
- neschimbate: în 78% din cazuri;
- mai slabe: în 1% din cazuri;

X. *Costul de fabricaţie:*
- mai scăzut: în 63% din cazuri;
- neschimbat: în 33% din cazuri;
- mai ridicat: în 4% din cazuri.

Reducerea costurilor şi îmbunătăţirea calităţii s-au obţinut în primul rând prin simplificarea soluţiilor; simplificarea nu se poate face numai de dragul simplificării, ea este o consecinţă firească a interesului pentru anumite funcţii, realizate mai corespunzător, mulţumită progresului tehnic. De exemplu, un avion din anul 1920, deşi mult mai complicat decât un avion de astăzi, atingea performanţe de 10 ori mai slabe şi era de 2-3 ori mai scump.

Scanned with OKEN Scanner

6.7.3. Utilizarea metodei AIDA pentru alegerea soluției la analiza valorii

AIDA (Analysis of Interconnected Decisions Areas = Analiza câmpurilor de decizie interconectate) este o metodă de analiză multicriterială propusă de Luckman în 1967 pentru proiectarea unor utilaje, metodă foarte productivă dacă structura problemei este bine cunoscută de la început, având şi avantajul de a fi relativ lesne de învățat şi aplicat.

Scopul metodei este de a identifica şi evalua comparativ toate soluțiile compatibile cu tema dată.

Procedeu:

1. se examinează cât mai multe soluții care satisfac funcțiile proiectate;
2. se stabilesc criteriile de evaluare;
3. se alege soluția optimă (în raport cu funțiile ce urmează a fi îndeplinite şi criteriile adoptate).

Exemplul I: Proiectarea unui instrument manual, de scris cu cerneală.

1. *Identificarea funcțiilor*

a – alimentarea instrumentului cu cerneală;
b – transferul cernelii din instrument pe suprafața de scris;
c – protejarea instrumentului, respectiv a elementului operativ;
d – poziționarea instrumentului de către utilizator. Ordonarea şi ponderarea funcțiilor se face în mod obişnuit cu o grilă latină de trei valori.

Tabelul 6.13

Grila latină de trei valori pentru ponderarea funcțiilor instrumentului de scris cu o grilă latină de trei valori

	a	b	c	d	puncte	clas.	Nota
a	x	x	x	1	2,5	II	9
b	x	x	1	1	3,0	I	10
a	x	0	x	x	1,5	III	7
d	0	0	x	x	1,0	IV	6

Grila se întocmeşte prin intreconsultare de către o echipă de 3 – 4 proiectanți, iar notele de importanță se acordă de obicei prin tehnica Delphi de către un alt colectiv de 5 – 6 persoane, pe baza ordonării obținute pe grilă, tabelul 6.13.

Funcțiile identificate, ordonate şi ponderate, pot fi îndeplinite în diferite moduri:

a): a_1 – umplerea prin presiune;
a_2 – rezervor înlocuibil.

b): b_1 – peniță;
b_2 – vârf-bilă.
c): c_1 – capac deplasabil;
c_2 – peniță retractabilă.
d): d_1 – liber;
d_2 – cu agățătoare-clemă : d21 – cu vârful instrumentului în sus;
d22 – cu vârful instrumentului în jos.

Sunt deci posibile **(2 x 2 x 2 x 3) = 24** de combinații.

2. *Examinarea soluțiilor posibile.*

Combinațiile se înscriu într-o *matrice de triere* în care se notează:

0 – soluția incompatibilă;
x – soluția banală;
1 – soluția interesantă.

Tabelul 6.14

Matricea de triere a soluțiilor

Funcția→	C_1			C_2		
Soluția↓	d_1	d_{21}	d_{22}	d_1	d_{21}	d_{22}
a_1b_1	0	x	0	0	1	0
a_1b_2	0	0	0	0	0	0
a_2b_1	0	x	x	0	0	0
a_2b_2	1	1	1	0	0	0

Au fost reținute patru soluții:

$a_1b_1c_2d_{21}$: umplere prin presiune, peniță retractabilă, poziționare cu vârful peniței în sus;

$a_2b_2c_1d_1$: rezervor înlocuibil, vârf-bilă, capac deplasat, poziționare liberă;

$a_2b_2c_1d_{21}$: idem, poziționare cu vârful-bilă în sus;

$a_2b_2c_1d_{22}$: idem, poziționare cu vârful-bilă în jos.

3. *Contribuția soluțiilor reținute la realizarea funcțiilor.* Printr-o metodă auxiliară (de exemplu metoda Delphi sau simplă consultare colectivă a unui grup de persoane cu experiență în domeniu) se notează *contribuția* fiecărei soluții – considerată ca interesantă – la îndeplinirea funcțiilor preconizate. Se calculează suma produselor: $(N_i.q_i)$ = nota de importanța X nota contribuției. Pentru fiecare soluție în parte, sumă care se va lua în considerare la definitivarea opțiunii, tabelul 6.15.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.15

Compararea soluțiilor obținute pentru analiză

Funcția →	a	b	c	d	$\Sigma N_i q_i$	Ordi-nea
Soluția ↓	$\frac{N_a q_a}{N_a q_a}$	$\frac{N_b q_b}{N_b q_b}$	$\frac{N_c q_c}{N_c q_c}$	$\frac{N_d q_d}{N_d q_d}$		
$a_1b_1c_2d_{21}$	$\frac{9.10}{90}$	$\frac{10.10}{100}$	$\frac{7.8}{56}$	$\frac{6.10}{60}$	306	I
$a_2b_2c_1d_1$	$\frac{9.9}{81}$	$\frac{10.9}{90}$	$\frac{7.10}{70}$	$\frac{6.8}{48}$	289	IV
$a_2b_2c_1d_{21}$	$\frac{9.9}{81}$	$\frac{10.9}{90}$	$\frac{7.10}{70}$	$\frac{6.10}{60}$	301	II
$a_2b_2c_1d_2$	$\frac{9.9}{81}$	$\frac{10.9}{90}$	$\frac{7.10}{70}$	$\frac{6.9}{54}$	295	III

4. *Adoptarea criteriilor de selecție şi evaluare.*

Tot prin consultare colectivă s-au ales următoarele criterii:

- costul de fabricație (K)
- atractivitatea comercială (A)
- rezistența pe piață (R)
- fiabilitatea (φ)

K – este funcție de materialele utilizate şi de dificultățile de realizare industrială;

A – depinde de **K**, de notarea soluției şi de practicabilitatea ei;

R – durata succesului de piață depinde de foarte mulți factori (cei mai mulți greu de evaluat) şi în special de perspectivele de progres în domeniul respectiv, de probabilitatea apariției mai devreme sau mai târziu a unor produse mai "atractive";

φ - îndeplinirea integrală pe o durată oarecare (uzuală la obiectul considerat: de exemplu, un milion de litere) a tuturor funcțiilor prevăzute. (Îndeobşte nu se urmăreşte fiabilitatea maximă, ci fiabilitatea optimă care ar trebui să fie egală cu o anumită cotă din durata acceptării pe piață a produsului, care este foarte greu de apreciat).

Ierarhizarea şi ponderarea criteriilor se face mai simplu, acordându-li-se coeficienți de *intervenție* chiar de echipa care le-a produs:

Vom considera, spre exemplu: $k_K = 3$

$K_A = 4$

$K_R = 1$

$k_\varphi = 2$

$\Sigma k_i = 10$

Tabelul 6.16

Alegerea soluției finale

N=n_i. q_i	Crit → / Var. ↓	K	A	R	φ	NΣ$k_i.\tau_i$	Ordinea
		σ_K	σ_A	σ_R	σ_φ		
		$K_K.\sigma_{Ki}$	$k_A.\sigma_{Ai}$	$K_R.\sigma_{Ri}$	$K_R.\sigma_{\varphi i}$		
306	$a_1b_1c_2d_{21}$	1,0	3,0	1,0	1,0	5508	IV
		3,0	12,0	1,0	2,0		
301	$a_2b_2c_1d_1$	2,5	1,5	2,0	2,0	5869,5	I
		7,5	6,0	2,0	4,0		
295	$a_2b_2c_1d_1$	2,5	1,5	2,0	2,0	5752,5	II
		7,5	6,0	2,0	4,0		
289	$a_2b_2c_1d_{22}$	3,0	1,0	1,5	2,5	5635,5	III
		9,0	4,0	1,5	5,0		

5. *Alegerea soluției optime.*

Fiecare soluție satisface într-un grad mai mic sau mai mare fiecare dintre criteriile adoptate în vederea opțiunii finale. Astfel, costul de fabricație cel mai redus îl are varianta $a_2b_2c_1d_1$ pe când varianta $a_1b_1c_2d_{21}$ are costul de fabricație cel mai ridicat; din calcule preliminare estimative rezultă că realizarea unui instrument de scris (toc) cu peniță retractabilă, cu umplerea prin presiune (respectiv, apariția cernelii), prevăzut cu agățătoare de buzunar (clamă) care asigură o anumită poziție (cu vârful în sus, pentru a se împiedica scurgerea cernelii) adică soluția $a_1b_1c_2d_{21}$ costă de circa trei ori mai mult decât soluțiile fără peniță, rezervor înlocuibil, capac deplasabil (mult mai simplu decât mecanismul de retragere al peniței) şi fără clamă, tabelul 6.16.

Variantei celei mai defavorabile (după un anumit criteriu) i se acordă indicele de *satisfacere criterială*, considerat etalon ($\sigma_{ji} = 1$), celelalte variante având, în consecință, ponderi supraunitare rezultate fie din raportul unor valori obiective (de exemplu: costuri, randamente, sau alte mărimi măsurabile), fie numai apreciate de persoane cu suficientă experiență. În cazul criteriilor obiective (cum ar fi costul de fabricație sau fiabilitatea) se recurge la calcule de birou, pe când pentru alte criterii (atractivitatea comercială, rezistența pe piață) sunt necesare ample studii de teren (în speță, de marketing) în vederea adoptării unor cifre cât mai apropiate de realitate. [În exemplul prezentat, ponderea crirteriului *cost de fabricație* ar fi **3** pentru varianta cea mai favorabilă ($a_2b_1c_2d_{21}$) față de **1** pentru varianta cea mai defavorabilă ($a_2b_1c_2d_{21}$)]

Scanned with OKEN Scanner

Varianta care satisface cel mai bine exigențele criteriale este aceea la care produsul $(\Sigma N=N_i.q_i).(\Sigma k_i.\sigma_{ji})$ este maxim.

Pentru stabilirea soluției optime s-a întocmit *tabelul de satisfacere criterială*, tabelul 6.16. A fost aleasă, în final, soluția $a_2b_2c_1d_{21}$ (rezervor înlocuibil, vârf-bilă, capac deplasabil, clamă).

Exemplul II. Se prezintă analiza valorii în scopul alegerii soluției optime pentru un avion de pasageri (din Fusil Jean, *Concorde*, Ed. France-Empire, Paris, 1968).

1. *Identificarea funcțiilor.*

Aparatul ce urmează a se proiecta trebuie să asigure un număr suficient de persoane **(P)**, contra unor taxe neprohibitive **(T)**, un transport rapid **(R)**, pe distanță **(D)** de circa **6000 km**, în condiții de confort **(Q)** maxim şi deplină securitate **(S)**.

Ierarhizarea funcțiilor s-a efectuat pe o grilă de 3 valori prin tehnica Delphi de către 15 specialişti francezi şi britanicii; coeficienții de importanță (π_i) s-au calculat prin *formula Bretonă*:

$$\pi_i = \frac{(p+n).(p+n-h)}{h.\sum_p}$$

unde **p** sunt punctele obținute de funcție (**i**); **n** – numărul total al funcțiilor examinate; **h** – locul ocupat de funcția (**i**) în *clasamentul* rezultat pe grila $\sum_p$ – suma punctelor tuturor funcțiilor: $= n^2/2$.

Tabelul 6.17

Ponderea funcțiilor avionului cu o grilă latină de trei valori

	P	T	R	D	Q	S	puncte	ordine	π_i
P	x	x	0	0	x	0	1,5	VI	0,425
T	x	x	0	x	x	0	2,0	V	0,50
R	1	1	x	x	x	0	3,5	II	2,80
D	1	x	x	x	x	0	3,0	III	1,73
Q	x	x	x	x	x	0	2,5	IV	1,06
S	1	1	1	1	1	x	5,5	I	6,70

Observație: Viteza la avioanele supersonice se exprimă printr-un număr adimensional, aşa numitul număr **MACH**, egal cu raportul dintre viteza avionului şi viteza sunetului. Viteza sunetului în condiții atmosferice standard (C.N. – condiții normale sau P.T.S – presiune şi temperatură standard: $t^0=0^0C$; p=1 atm.) este 340,4 m/s =1225 km/h; ea scade odată cu creşterea înălțimii de zbor – din cauza coborârii temperaturii – până la H = 11km de unde rămâne constantă (292 m/s = 1063 km/h), deci aceeaşi viteză de zbor, numărul Mach variază în funcție de altitudine.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.18

Matricea de triere a soluțiilor pentru caracteristicile funcționale ale avionului Concorde

Funcția / Soluția	P πP=0,425 π	T πT=0,59 πT.qT	R πR=0,80 πR.qR	D πD=1,73 πD.qD	Q πQ=06 πQ.qQ	S πS=6,70 πS.qS	$\Sigma\pi_i Q_i$	Ordinea
$P_1R_1D_2Q_2S_{13}$	q= 2 3,40	q= 7 4,13	q= 8 22,40	q= 8 13,84	q= 8 8,48	q= 10 67,00	119,25	V
$P_2R_2D_2Q_1S_{23}$	q= 10 4,25	q= 8 4,72	q= 10 28,00	q= 9 15,57	q = 10 10,00	q= 9 60,30	123,44	I
$P_2R_2D_2Q_2S_{23}$	q= 10 4,25	q= 10 5,90	q= 10 28,00	q= 9 15,57	q= 8 8,48	q= 9 60,30	122,50	III
$P_2R_2D_2Q_3S_{23}$	q= 10 4,25	q= 9 5,31	q=10 28,00	q= 9 15,57	q= 9 9,54	q= 9 60,30	122,97	II
$P_3R_2D_2Q_3S_{23}$	q= 10 4,25	q= 9 5,31	q= 10 28,00	q= 8 13,84	q= 9 9,54	q= 9 60,30	121,24	IV
$P_3R_3D_1Q_1S_{12}$	q= 9 3,825	q= 8 4,72	q= 9 25,20	q= 10 17,30	q= 10 10,00	q= 7 46,90	108,54	VI

Scanned with OKEN Scanner

Formula Bretonă, de mai sus, dă, în general, valori numeric mai ridicate decât cele obținute prin formula Frisco, însă rapoartele dintre coeficienții de importanță a două funcții vecine din *ierarhie* sunt foarte apropiate la ambele formule, aşa încât rezultatele sunt sensibil echivalente. Stabilirea variantelor de realizare funcțională s-a făcut prin metoda *check list*; chestionarul a fost completat de 12 specialişti de înaltă calificare.

Funcțiile preconizate pot fi îndeplinite:

P: P_1 = 100 pasageri P_2 =1 50 pasageri; P_3= 200 pasageri

R: R_1=1,4 Mach R_2 = 2,2 Mach R_3 = 3,0 Mach

D: D_1=2 turboreactoare GENERAL ELECTRIC. (2 x 27,5 t = 55 t tracțiunea) - fiecare sub o aripă;

Q: Q_1 = condiții de categoria A; Q_2 = condiții de categoria B; Q_3 = condiții pe două clase: clasa întâi (cat. A) şi clasa turist (cat. B);

Observație: Condițiile categoria A: completă izolare fonică şi termică, amenajări speciale pentru neperceperea accelerațiilor, vizibilitate exterioară optimă; climatizare, televizoare de bord; trei locuri (2+1) pe fiecare rând, amenajări mai simple de izolare şi climatizare.

Tabelul 6.19

Alegerea soluției

$N=\Sigma\pi_e q_i$	Crit / Var	K	C	F	φ_i	$N.\Sigma k_i\sigma_{ji}$	Ordinea
		σ_{Ki} / $K_k.\sigma_{Ki}$	σ_{Ci}/ $K_C.\sigma_{Ci}$	σ_{Fi}/ $K_F.\sigma_{Fi}$	$\sigma_{\varphi i}$/ $K_\varphi.\sigma_{\varphi i}$		
123,44	V_1	1,20 / 1,20	1,15 / 4,60	1,20 / 3,60	1,25 / 2,50	1468,9360	III
122,97	V_2	1,25 / 1,25	1,25 / 5,00	1,20 / 3,60	1,25 / 2,50	1518,6799	I
122,50	V_3	1,30 / 1,30	1,20 / 4,80	1,20 / 3,60	1,25 / 2,50	1494,500	II
119,25	V_4	1,10 / 1,10	1,00 / 4,00	1,10 / 3,30	1,20 / 2,40	1309,392	V
119,25	V_5	1,40 / 1,40	1,10 / 4,40	1,40 / 4,20	1,00 / 2,00	1431	IV
108,545	V_6	1,00 / 1,00	1,10 / 4,40	1,00 / 3,00	1,10 / 2,20	1150,577	VI

S: Construcție **FAILLSAFE** (sau *toute securite*, adică deplină siguranță, construcție menită să asigure o rezistență suficientă chiar în cazul unor deteriorări parțiale ale unor elemente structurale) în 6

Scanned with OKEN Scanner

variante (funcție de soluția aripilor şi materialul principal de construcție a celulei);
S_{11} = aripi în săgeată cu profil variabil (adică, la aripile în săgeată, sub o anumită viteză există tendința desprinderii timpurii a fileurilor de aer de pe exteriorul – extradosul – aripii, ceea ce poate pricinui angajarea avionului; de aceea se folosesc profile cu geometrie variabilă capabile să se adapteze diferitelor condiții de scurgere aerodinamică), celula din RR 58 (este un aliaj special de aluminiu: TALVAN = aliaj cu 90% titan, 6% aluminiu şi 4% vanadiu, iar AUG2GN = aliaj superior de aluminiu care suportă – fără deformații – considerabile ecarturi de temperatură, da la -60^0C la $+120^0$C).
S_{12} =idem, celula din TALVAN;
S_{13} =idem, celula din AUG2GN;
S_{21} = idem DELTA (fixe), celula din RR 58;
S_{22} =idem, celula din TALVAN;
S_{23} =idem, celula din AUG2GN.

S-au inventariat, deci, în total (3x3x2x3x6) = 324 de variante (neținându-se seama de funcția T care depinde de soluția adoptată).

2. *Examinarea soluțiilor posibile.*

Întocmindu-se matricea de triere, au fost selecționate 6 soluții interesante (1,85%) respingându-se toate celelalte 318 variante.

Pentru *baleiajul* matricii şi selecționarea soluțiilor s-a organizat o consultare *Delphi* cu participarea celor mai renumiți aeronauticieni, din Marea Britanie şi Franța.

3. *Contribuția soluțiilor reținute la realizarea funcțiilor.*

Procedând ca şi în cazul anterior, se întocmeşte matricea *contribuțiilor*, se stabilesc coeficienții q_i cu ajutorul prelucrării opiniilor chestionaților.

4. *Adaptarea criteriilor de evaluare*

S-au impus următoarele criterii:

K – costul de fabricație, funcție de materialul folosit, capacitate şi confort;

C – costurile de exploatare, funcție de amortizarea cheltuielilor de fabricație, capacitate şi consumuri de materiale şi combustibil;

F – poluarea fonică, funcție de greutatea aparatului şi încărcarea pe m^2 de aripă;

φ - fiabilitatea, funcție de material şi viteza adoptată.

Criteriilor li s-au atribuit coeficienții de ponderare:

$k_K = 1$
$k_C = 4$
$k_F = 3$
$k_\varphi = 2$
$\Sigma_p = 10$

Se întocmeşte tabelul de *satisfacere* a criteriilor, tabel în care variantele (V_i) sunt numerotate după clasamentul rezultat din matricea contribuţiilor funcţionale, fiecărei variante atribuindu-i-se câte un indice de satisfacţie (τ_{ji}) pentru fiecare criteriu în parte.

În final, a fost aleasă variantele $P_2R_2D_2Q_3S_{23}$ (150 de pasageri împărţiţi în două clase – întâi şi turist – Mach 2,2; patru reactoare *Olympus* 593, aripi Delta, celula din AUG2GN).

6.7.4. Metode Sinectice pentru alegerea soluţiei la analiza valorii

Metodele sinectice îşi au originea în lucrările profesorului şi inginerului american W.I.I:Gordon, care, în 1961 şi 1971, le-a dat şi numele de *synectics* cu semnificaţia: *a înţelege, a cuprinde, a aproba , a reuni*. Gordon precizează trei principii fundamentale ale metodelor sinectice:

1. Nu există nici o deosebire esenţială între creaţia artistică şi cea tehnico-ştiinţifică;
2. Inspiraţia este desigur o coincidenţă (considerată ca intersecţia întâmplătoare a imaginaţiei cu o anumită problematică), ceea ce nu înseamnă că ea nu poate fi stimulată, canalizată şi – într-o oarecare măsură – organizată;
3. *Instrumentul* principal al creaţiei – de orice natură – este metafora, rezultată din reuniunea a după sau mai multe *imagini* printr-o însumare *generativă*;

Metodele sinectice îşi propun dirijarea activităţii spontane a creierului – prin asociaţii libere de idei – spre exploatarea şi *rafinarea* unor probleme de mare dificultate şi, în acelaşi timp, de cât mai largă aplicabilitate.

În acest scop se alcătuiesc colective pluridisciplinare din persoane cu competenţe *complimentare*, ceea ce permite *cumularea sinergetică* a cunoştinţelor membrilor lor şi, în acelaşi timp, de cât mai largă aplicabilitate.

Discuţiile se poartă foarte deschis, înconjurându-se problema concretă, într-un cadru cât mai plăcut şi într-o atmosferă destinsă care permite schimbul *necenzurat* de idei şi eliberarea fanteziei de orice constrângere.

Se recomndă *echipe* de 10-12 membri, de vârste, temperamente şi pereocupări cât mai diverse, chemate să parcurgă trei etape de lucru:

I. *Enunţarea problemei;* **PAG** (problem as given = problema aşa cum a fost dată);
II. *Transformarea* (distorsionarea) *deliberată a temei propuse*; **PAU** (problem as understood = problema aşa cum a fost înţeleasă);

Scanned with OKEN Scanner

III. *Rezolvarea problemei* (în condiții de posibilă realizare): **PAA** (problem as applied = problema așa cum ar fi aplicată).

Profesorul Gordon consideră aceste trei etape ca prezentarea unuia și aceluiași subiect în trei *limbaje* diferite, adică de fapt: subiectul în limbaj *protocolar* (PAG), apoi *traducerea foarte liberă* a textului dat (PAU), urmată de *retroversiunea* în limbajul inițial (PAA), operații pe care echipa sinectică le îndeplinește prin anumite procedee *de prelucrare* a datelor ce i-au fost puse la dispoziție.

Procedeele folosite în activitatea sinectică, acordând o foarte mare libertate de gândire, limitează exprimarea rezultatelor printr-un set de restricții, alcătuind în totalitatea lor gramatici ale limbajelor utilizate: forțarea unor analogii prin aplicarea regulilor sau legilor dintr-un domeniu din cu totul alt domeniu, considerarea unor fenomene binecunoscute sau a unor legi temeinic verificate ca fiind eronate, sau, invers, prezentarea unor fapte, fenomene și legi, scornite de circumstanță, drept absolut reale.

În activitatea sinectică se confruntă gândirea analogică nerestrictivă cu respectarea unor *gramatici*, condcând dialectic la *productivitatea creatoare a contrariilor*. Cele mai folosite procedee sintetice sunt:

A. *Comutarea* (în limba engleză, *switch*), înseamnă aplicarea legilor dintr-un domeniu științific în alte domenii, ca de exemplu:

- aplicarea legilor gravitației la studiul afinității chimice;
- aplicarea principiilor vaselor comunicante în termodinamică (teoria *fluidului caloric*, emisă de Black în 1760 pentru a explica egalizarea temperaturilor a două corpuri în contact direct).

Switch-ului din tehnică și știință îi corespunde în literatură *metafora* unde, de asemenea, se comută (și se identifică) noțiuni din domenii absolut diferite: *Ochii albaștri ca cerul* (anatomie – astronomie), *gura ca o cireașă* (anatomie – botanică), *o casă ca un vis* (arhitectură – psihologie), *sufletul îi vibra* (psihologie – fizică) etc.

Profesorul Gordon subliniază însușirea metaforei de a transforma un lucru ciudat la prima vedere într-un lucru familiar (numeroase metafore, unele foarte îndrăznețe, au intrat de mult în vorbirea curentă), sau, dimpotrivă, de a schimba familiarul cu ceva neobișnuit, adică care permite abordarea unor probleme care par ireductibile, pe alte căi decât cele clasice care – datorită tradiției și autorității lucrului învățat – par definitiv stabilite și, îndeosebi, unice.

Metafora are un bogat conținut informativ, utilitatea ei decurgând nemijlocit din dimensiunea ei cea mai reprezentativă: *noutatea*, cu tendința spre *noutatea cu totul neașteptată (surpriza, șocul uimirii, astonishment)*, de mare efect în artă (utilitatea

Scanned with OKEN Scanner

reprezentând plăcerea, emoția estetică) şi de incontestabilă eficiență în tehnică şi ştiință.

Metafora are şi o surprinzătoare funcție *iconică*, fiind totodată *imagine* şi *graf*. (Funcția iconică se referă la existența a cel puțin o proprietate comună atât limbajului, cât şi *realității* exprimate prin aceasta. *Graf* în limbajul curent este *orice* desen. Orice desen împarte suportul pe care a fost executat în două porțiuni distincte: în înțeles matematic, acesta este un graf. Însă, etimologia cuvântului ne aduce la un *instrument* de lucru, ceea ce este exact).

Comutarea (denumită de unii autori *analogie forțată*) nu ține seama nici de similitudinea formală (propriei analogiei propriu-zise), nici de cea procesuală sau fenomenală, de aceea, dintre toate procedeele sinectice, posedă *cele mai multe grade de libertate.*

Acest procedeu a permis fundamentarea electromagnetismului, progresul biologiei, dezvoltarea tehnicii ziarelor noastre etc. Astfel, *Maxwell James Clerck (*1831-1879*)*, vorbind, despre mişcarea particulelor electrice în dielectrici sub acțiunea unui câmp electric, a emis ipoteza că – spre deosebire de conducători, în care particulele se deplasează liber, alcătuind curentul de conducție – în izolatori, particulele oscilează în jurul unei poziții de echilibru, ca *nişte corăbii ancorate*.

Bacteorologul german, laureat al premiului Nobel, *Erlich Paul* (1845-1915), promotorul chimioterapiei şi pionier al imunologiei moderne, susținea că anticorpii specifici (cunoscuți astăzi sub numele de *complemente*) prezintă două capete, dintre care unul se fixează de lanțurile laterale ca *o cheie de broască*.

Un exemplu concludent de *comutare* îl constituie transferul legii lui Ohm, din electricitate, în domeniul introducerii tehnicii noi (sau a noului în general).

Relația binecunoscută:

$$R = \frac{U}{I}$$

unde **R** este rezistența electrică (ohmi), **U** – intensitatea (amperi), se poate scrie, adoptând de această dată litere mici în locul majusculelor:

$$r = \frac{u}{i}$$

unde **r** este rezistența la aplicarea *noului*; **u** – gradul de *noutate* al unei idei, propuneri, procedeu; **I** – *intensitatea* curentului de opinie în favoarea noutății respective. Obstacolele cele mai frecvente în calea noului sunt:

- fuga de căi simple;
- blocarea mintală (obişnuința cu anumite *tiparuri* sau *patterns*);

Scanned with OKEN Scanner

- unele inconveniente ale activității de grup.

Identității formale îi corespunde o similitudine *conceptuală* aproape perfectă: **r** fără să fie o mărime fizică reprezintă, fără echivoc, o rezistență, o împotrivire; **i** este o mărime cumulativă ca şi intensitatea curentului (putându-i-se aplica foarte bine legea lui Kircoff), exprimabilă, de exemplu, prin $\Sigma n_i m_i$, unde **n** este numărul de persoane sau factori care susțin aplicarea noutății respective, iar **m**, măsura influenței, prestigiul fiecărei persoane sau factor.

R sau **r**, **U** sau **u**, **I** sau **i** reprezintă trei metafore, respectiv trei *reuniuni* a unor noțiuni abstracte cu mărimi fizice *concrete*. Este limpede că rezistența va fi cu atât mai mare cu cât ideea este mai nouă şi curentul de opinie în favoarea sa mai slab. La limită, adică foarte la început, gradul de noutate **u** este maxim, **i** minim [ba chiar egal cu 0, dacă nu există decât un singur susținător – autorul propunerii – şi acela absolut necunoscut, **i = 1 x 0 =0**, deci şi rezistența **r** va înregistra cea mai mare valoare (de exemplu, pentru **i = 0, r** $\rightarrow \square$)].

Pe măsură ce noutatea se învecheşte (presupunând că a fost totuşi experimentată), **u** se micşorează şi, dacă rezultatele sunt bune, **i** creşte, diminuând din ce în ce valoarea rezistenței **r**.

B. *Pseudologia* cu sensul de mistificare deliberată a legității acceptate, de exemplu:

- Conjectura modificării căldurii specifice a corpurilor prin frecare (idee utilă la vremea ei, combătută prima oară de Rumford, care prin cercetările sale a dat un conținut nou noțiunii de *căldură*);
- Contestarea teoriei incompresibilității fluidelor de către celebrul nostru compatriot George Constantinescu, autorul *Sonicității*, ştiința fundamentală tocmai pe însuşirile lichidelor de a fi compresibile.

Pseudologia şi variantele ei au foarte multe aplicații în numeroase metode de creativitate – cu pronunțat caracter sinectic – ca de exemplu:

- metoda avocaților (sau a *divergențelor*);
- metoda Moliere;
- metoda detectivului;
- metoda cuplurilor aleatoare etc.

C. *Analogia* care, în fond, înseamnă transformarea unor note dintr-o gamă în alta; operează deseori cu modele (de exemplu, modelul atomului al lui Rutherford care reproduce – esențializat – sistemul solar); cu ajutorul modelelor analogice se obțin relații noi, neaşteptate;

Procedeele analogice au servit den cele mai vechi timpuri; din antichitatea greco-romană, până în vremurile noastre: Aristotel, Euclid, Platon utilizau analogia (exprimată ca atare sau nu),

Scanned with OKEN Scanner

arhitectul roman Vitruvius a explicat propagarea sunetelor prin analogie cu undele de la suprafața apelor;

La fel Huygens a ajuns la o concepție ondulatorie a luminii, utilizând această analogie.

Revoluția cibernetică a pornit de la analogia *naivă* dintre mașini și organisme vii (analogie mult mai veche, dar altfel abordată de Ștefan Odobleja și apoi de Norbert Wiener).

În tabelul 6.20 se prezintă unele corespondențe analogice între trei activități care, la o primă vedere, par să nu aibă nimic comun între ele: un proces industrial, jocul de fotbal și creația literară. De asemenea, în tabelul 6.21 se prezintă un exemplu de analogie funcțională între poezie și mașină.

Din aceste exemple reiese că între procese din domenii foarte diferite, existența unor corespondențe analogice explică qasi-identitatea actelor de creație.

Tabelul 6.20

Corespondențe analogice între un proces industrial, jocul de fotbal și creația literară

Operația / Faza	Proces tehnologic (X)	i_0	Joc de fotbal (Y)	C / X	Creație literară (Z)	C / X	C / Z
A_1	Procurarea mijloacelor de lucru (incl. spațiu)	8	Procurarea unui teren cu toate instalațiile și anexele necesare	+	Alegerea temei	.	.
A_2	Asigurarea aprovizionării cu materii prime și auxiliare	7	Procurarea de echipament, mingi, aparatură și mijloace igienico-sanitare	x	Aprov. cu mat. de scris (mașină, bibl. coc. necesare)	x	.
A_3	Asigurarea forței de muncă (incl. instr. nec.)	9	Recrut. de jucători, antrenor, masor, (inclusiv antrenamente)	+	Alegerea personajelor, descrierea lor sumară(ev. fiz.)	.	.
A_4/B_1	Probe mecanice și tehnologice	8	Jocuri-școală și meciuri amicale	+	Întocm. unui plan detaliat al lucrării	.	.
B_2 $i_B=10$	Prelucrarea pe flux (desf. prop.-zisă a proc. tehnologic)	10	Desfășurarea campionatului	+	Redactarea lucrării	+	x
B_3	Obținerea produsului final	10	Clasificarea	x	Definitivarea lucrării(+def. titlu)	x	x

B_4	C.T.C.	9	Analiza critică a campionatului	x	Refacerea lucrării	+	+
B_5	Ambalare, depozitare	7	Vacanță	-	Imprimarea lucrării (inclu-siv corect. necesară)	.	-
C_1 $i_C = 9$	Expediție	8	Transferări	.	Expunere în librării și lansarea	+	1
C_2	Desfacere	9	Pregătirea sezonului următor	.	Desfacere	+	-

Cod	Semn	Punctaj
identitate	+	1
analogie	x	0,50
coresp. slabă	.	0,25
necorespondență	-	0
i_f = coef.de fază		
i_0 = coef.de operație		
c/(q) = punctajul acordat tipului de corespondenți respectiv		

Corespondența X/X = 761 puncte (100%) Corespondența X/Y = 464,75 puncte (61%) Corespondența X/Z = 470,75 puncte (63%) Corespondența Y/Z = 282 puncte (37%)	Corespondența (ca și asemănarea) nu este tranzitivă, este simetrică și este reflexivă. $E_{Vc} = i_f/i_0.C/(q)$ E_{Vc} – *eigen* – valoarea corespondenței (Q/W)

Tabelul 6.21

Exemplu de analogie funcțională

Nr. crt	Funcția	Poezie	Mașină*
1	Specialitate	Să aibă o temă proprie, originală	Să îndeplinească și o anumită operație (sau mai multe operații)
2	Finalitate	Să-și propună un țel, un scop	Să dea un anumit produs (obiect, serviciu)
3	Concepție	Să fie bine întocmită, muzicalitate**	Să fie bine proiectată și construită
4	Nonredun-danță	Să nu conțină nimic de prisos (nici ca dimensiuni, nici în ceea ce privește conținutul)	Să fie ieftină (ca investiție) și cu o exploatare economică

Scanned with OKEN Scanner

5	Interes	Să fie atractivă	Să fie necesară (la locul şi timpul respectiv)
6	Accesibilitate	Să fie uşor de înţeles	Să fie uşor de manipulat
7	Fiabilitate	Să reziste generaţiilor	Să-şi păstreze anumite caracteristici un timp anumit în anumite condiţii de exploatare
*Un mecanism care transformă mesajele de intrare în mesaje de ieşire **Contradicţia D'Annunzio-Fogazzaro			

Deseori, două sau mai multe fenomene fizice ascultă de legi asemănătoare: o vibraţie sinusoidală corespunde atât oscilaţiilor unui pendul, cât şi unei unde monocromatice sau mişcărilor unei greutăţi aflate la capătul unui resort; forţa este proporţională cu acceleraţia unui corp de masă definită, tot aşa cum diferenţa de potenţial este proporţională cu intensitatea curentului într-un conductor de rezistenţă ohmică (R) etc.

- *Coulomb* a formulat legea interacţiunii corpurilor încărcate electric:

$$Q = k\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

unde q_1 şi q_2 sunt sarcinile electrice; k – o constantă de mediu; r – distanţa dintre sarcini, prin analogie cu legea atracţiei universale a lui Newton

$$G = K\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

unde **K** este, de asemenea, o constantă; **r** –distanţa dintre cele două corpuri care au masa m_1 şi respectiv, m_2.

- *Dependenţa* entropiei de probabilitatea stării considerate (Boltzmann), determinarea cantităţii de informaţie (Shannon) sau pH-ul din chimie pot avea o reprezentare simbolică identică:

$$x = -\log y$$

unde x reprezintă entropia, cantitatea de informaţie sau aciditatea unei soluţii, iar y o probabilitate în primele două cazuri, sau concentraţia ionilor de hidrogen, în cazul pH-ului.

- *Foarte interesantă* este analogia dintre principiul al treilea al termodinamicii , formulat printr-o intuiţie genială de Nernst **a**, conjenctura lui Einstein privitoare la creşterea masei corpurilor în vecinătatea unor viteze apropiate de viteza luminii **b** şi principiul nedeterminării, aparţinând lui Heisenberg **c**:

Scanned with OKEN Scanner

q□h₀; z□hᵣ

unde :

a – plecând de la observația că în cazul reacțiilor între substanțe pure, solide sau lichide, diferența dintre variația lui Gibbs **(ΔG)** și cea a entropiei **(ΔS)** este foarte mică la temperaturi joase, Nernst a emis ideea unei legi limită conform căreia cele două mărimi tind a se egala în vecinătatea temperaturii zero absolut sau, altfel spus, entropia (mereu crescătoare !) începe să scadă și tinde spre 0 când temperatura incintei tinde, la rândul ei, spre **0 K**.

ΔS□0; 0 K□0 K

(q = ΔS; z = θK; h₀ și hᵣ = 0)

b – Einstein a conjecturat că masa (**m**) a unui corp tinde către infinit, când viteza lui se apropie de viteza luminii (**c = 300.000 km/s**);

m □□; v □c

(q = m; z = v; h₀ □□ și h_c□c)

c – pentru a explica unele fenomene fizice curioase, Werner Heisenberg a propus principiul incertitudinii; dacă **x** este coordonata unei particule și p_x, componente respectivă a cantității sale de mișcare (sau impulsul, definit ca produsul ca produsul dintre masa unui corp și viteza acestuia, **i = m.v**, și se exprimă în kg.m/s), repartițiile de probabilitate admisibile conduc la constatarea unor *nedeterminări* (sau *incertitudini*) a mărimilor Δx și Δp_x; produsul acestora este ca ordine de mărime cel puțin egal cu h, constanta lui Planck:

$$\Delta x.\Delta p_{\bar{x}} \geq h$$

sau, altfel formulat:

"nu se poate determina simultan, cu exactitate, atât poziția în spațiu a unei particule cât și impulsul ei", ceea ce se poate scrie:

$$\Delta p_{\bar{x}} \to \infty; \Delta \bar{x} \to 0$$

sau, invers:

$$\Delta \bar{x} \to \infty; \Delta p_{\bar{x}} \to 0$$

adică: incertitudinea de care este afectată măsurătoarea impulsului unei particule tinde către infinit, când incertitudinea de măsurare (simultană !) a poziției particulei tinde către zero (și invers !). Deci,

$$h_0 \to \infty; h_f \to 0$$

și:

$$q = \Delta p_{\bar{x}}; z = \Delta \bar{x}$$

sau:

Scanned with OKEN Scanner

$$q = \Delta\overline{x}; z = \Delta p_{\overline{x}}.$$

În tabelele 6.22 şi 6.23 se prezintă două exemple de itinerarii sinectice.

Tabelul 6.22

Primul itinerar de analiză sinectică

Nr. Crt	Etapa	Procedeul	Activitatea
1	PAG	Problema "*aşa cum a fost*"	Se cere realizarea impecabilă a unui zid de cărămidă foarte neted şi fără neregularităţi
2		ANALIZA	Se explică greutăţile practice întâlnite în executarea unor astfel de ziduri
3	PAU	Problema "*aşa cum a fost înţeleasă*"	"*Cum să faci dintr-un începător un zidar priceput*"
4		Analogie directă (I)	*Porumbel călător, un porumbel tânăr trebuie să înveţe "meseria"*
5		Analogie directă (II)	Participanţii descriu ce cred că ar simţi în situaţia unui porumbel călător începător
6		"Conflictul" condensat (I)	Porumbelul călător obosit de lecţii adoarme sau, pur şi simplu, nu poate fi atent
7		Analogie "directă" (III)	Participanţii consideră că ar trebui menţinută atenţia "elevului" prin oferirea de hrană şi/sau mijloace de corecţie etc.
8		"Conflictul" (II)	Hrana "moleşeşte" şi, la rândul ei, distrage atenţia; mijloacele de corecţie trezesc repulsia "elevului" faţă de procesul de învăţare
9		Modelarea (forţată) a fanteziei	Asociaţia învăţăturii cu ceva plăcut, ca de pildă: gunguritul porumbiţei-mamă, recompense adecvate etc.
10		Modelarea practicii	Adaptarea operaţiei de aşezare a cărămizilor la una mai complexă, dar mai atractivă, necesitând ingeniozitate şi atenţie

Scanned with OKEN Scanner

11	PAA	Soluția propusă	Se pun în lucru cărămizi "*decorante*" cu anumite desene (linii drepte, linii ondulate, figuri geometrice simple) făcând parte dintr-un context plastic care distrează, obligând totodată la o deosebită atenție

Tabelul 6.23

Al doilea exemplu de itinerar sinectic

Nr. crt	Etapa	Procedeul	Activitatea
1	PAG	Problema "*aşa cum a fost*"	Cumpărătoarele dintr-un mare oraş foarte ploios – din nordul Europei – sunt împiedicate să viziteze magazinele de pe o importantă arteră comercială, dina cauza alunecuşului trotuarelor pe ploaie sau chiar mai mult după aceea.
2		ANALIZA	Se arată dificultățile practice întâlnite; între altele, remedierile de mari proporții – foarte costisitoare – ar bloca strada o perioadă prea lungă.
3	PAU	Problema "aşa cum a fost înțeleasă"	Cum să scapi de invazia unor şoareci pe o stradă foarte frecventată.
4		Analogie "directă" (I)	Cățeluşe "de casă", pe ploaie, pe o stradă plină de pisici agresive lansate împotriva şoarecilor: speriate de tumultul iscat, cățeluşele puse în imposibilitatea de fugi din cauza lunecuşului şi a înghesuielii nu ştiu ce să facă, unde să se refugieze...
5		Analogie "directă" (II)	Participanții descriu ce ar simți "în pielea unei cățeluşe" foarte delicate şi foarte tinere, aflată în situația sugerată anterior.
6		"Conflictul condensat (I)	Panică! Micile animale refuză de a mai ieşi din casă, iar pe stradă manifestă – la cea mai uşoară agitație "suspectă" – tendința de a se refugia în subsoluri.

Scanned with OKEN Scanner

7		Analogie directă (III)	Greutăţile întâmpinate: accesele la sobsoluri puţine şi incomode pentru căţeluşe, suplețea soperioară a pisicilor. Ar trebui ca cineva să deschidă uşile magazinelor numai căţeluşelor şi să împiedice intrarea pisicilor.
8		"Conflictul" (II)	Trebuie asigurată o protecţie "diferenţiată" a căţeluşelor.
9		Modelarea (forţată) a fanteziei	Blana pisicilor este mai încărcată cu electricitate decât a căţeluşelor (mai ales dacă acestea poartă hăinuţe); se recomandă folosirea de mijloace electroacustice pentru respingerea agresorului.
10		Modelarea practicii	Utilizarea de "exhaustoare" mixte (de presiune pneumatică şi "selecţiei" electrostatică cu elemente de comandă).
11	PAA	Soluţia propusă	Exhaustoare cu triplu efect (termic, electric şi pneumatic) în subsolurile magazinelor pentru absorbţia peliculei de apă de pe asfalt şi uscarea completă – şi rapidă – a trotuarului.

Marea majoritate a operelor literare şi numeroase realizări tehnice sau ştiinţifice sunt rezultatul unor activităţi individuale (dar nu *strict* individuale). Individualitatea unei opere de artă, dar mai ales a unei lucrări tehnice sau ştiinţifice este oarecum relativă, deoarece o contribuţie – larg colectivă – o aduce experienţa teoretică şi practică a înaintaşilor şi contemporanilor de care beneficiază "autorul". Bineînţeles amprenta personalităţii are ponderea principală; personalitatea se manifestă prin selecţia argumentelor şi problemelor esenţiale deja existente şi adaosul de idei la cele iniţiale; aceasta şi în activităţile de grup prin existenţa – aproape totdeauna – a unui "lider " de opinie şi decizie.

Se va prezenta în continuare, în tabelul 6.24, un itinerar sinectic necolectiv privind elaborarea celebrului poem "Corbul" de Edgar Allan Poe (1809-1849) - (aşa cum şi l-a închipuit echipa de creaţie). La realizarea itinerariului s-a luat în considerare descrierea procesului de creaţie făcută de autorul poemului însuşi în "Principiul poetic".

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 6.24

Itinerar sinectic pentru elaborarea poemului "Corbul" de Edgar Allan Poe

Nr. crt	Etapa	Procedeul	Activitatea
1	PAG	Problema "aşa cum a fost pusă"	Un poem original, de dimensiuni potrivite, având un motiv de mare sensibilitate şi un "laitmotiv" care să-i potenţeze efectul.
2		ANALIZA	Cel mai poetic "motiv" este FRUMUSEŢEA, cel mai dramatic, MOARTEA; tema de start ar trebui să fie moartea unei fete tinere, frumoase.
3	PAU	Problema "aşa cum a fost pusă"	Cum se poate simboliza mai pregnant – şi în acelaşi timp *poetic* – sfâşâitorul sentiment al iremediabilului ?
4		Analogie "directă" (I)	Corbul, pasărea prevestitoare de nenorocire; prezenţa ei introduce atmosfera dorită de poet.
5		Analogie "directă" (II)	Croncănitul corbului seamănă cu cuvântul englezesc *nevermore* = *niciodată*, cea mai deplină exprimare a deznădejdii
6		Analogie "directă" (III)	Ce simte poetul, singur, tăcut, zdrobit de pierderea fiinţei iubite, ascultând refrenul obsedant al păsării negre ?
7		Conflictul (I)	Inversarea cauzei cu efectul; drama nu pare a fi pricinuită de dispariţia tragică a frumuseţii, ci de prezenţa halucinantă a păsării cobitoare.
8		Conflictul (II)	Poetul vrea să izgonească umbra sumbră, cu refrenul ei chinuitor.
9		Modelarea fanteziei	"Niciodată !" induce în sufletul îndrăgostitului nu înţeleapta resemnare faţă de ireversibilitatea timpului şi a vieţii, ci, cea mai adâncă, inconsolabilă durere.

Scanned with OKEN Scanner

10		Modelarea aplicată	O întrebare finală la care mereu repetatul şi tulburătorul răspuns: "*niciodată !*" să încheie poemul într-o maximă tensiune emoţională.
11	PAA	Tema finală	Disperarea îndrăgostitului la moartea unei foarte frumoase fete; apariţia fantomatică a corbului cu ţipătul său, ecou al zbuciumului intim al tânărului: NICIODATĂ...NICIODATĂ!

Dar iată poemul "Corbul" în traducerea lui Dan Botta (din Edgar Allan Poe, *Scrieri alese,* Editura pentru literatură universală, Bucureşti, 1968, p.610-613).

Corbul

Cândva,-ntr-un miez de noapte grav, cum m-aplecam, trist şi firav,
Pe nişte-adânci şi rare scrieri dintr-un de mult uitat izvor,
Cum stam aproape dormitând, aud un sunet răsunând
Ca al cuiva uşor bătând, bătând la uşa mea-n pridvor.
"E-un oaspete" – mi-am zis atunci – "bătând la uşa mea-n pridvor.
Aceasta e şi-atâta dor".
Ah, îmi aduc aminte clar, era-n amarnicul brumar
Şi spectrul firelor de jar murea în umbră pe covor.
Mut, aşteptam a zilei zare; în van cercasem alinare
În cărţi, durerii mele-amare, dureri mele de Lenore,
De rara şi frumoasa fată cu numele, în cer, Lenore,
Aici, pe veci, nume de dor.
Şi foşnetul mătăsii grele a purpuriilor perdele
Mă-nfiora cu un fantastic şi nemaiîncercat fior
Cât, spre-a da inimii bătând răgaz, mi-am zis şi-acum în gând:
"E poate-un oaspete cerând lăcaş la uşa mea-n pridvor.
Un oaspete târziu cerând lăcaş la uşa mea-n pridvor.
Acesta e li-atâta dor".
Ci sufletu-mi crescu pe loc, şi fără-a pregeta de loc
"Domnule",-am zis, "sau Doamnă, iată, iertaţi-mi vina, vă implor,
Dar fapt e că stam dormitând şi-atât de-ncet aţi fost sunând,
Şi-atât de-ncet aţi fost bătând la uşa mea-n pridvor,
Încât nu mi-am dat seama" – Aici, deschid larg uşa la pridvor,
Beznă era şi-atâta dor.
Adânc în beznă pătrunzând, am stat mult timp scrutând, gemând,
Sperând, visând visări pe care nu le-a-ndrăznit vrun muritor;
Tăcerea chiar, n-a fost curmată, şi pacea n-a fost tulburată
Şi-un cuvânt singur spus o dată a fost cuvântul stins "Lenore !"
Pe-acesta-l murmurai şi-un écho mi-ntoarse murmurul "Lenore",
Acesta chiar, şi-atâta dor.
Dar întorcându-mă-n odaie, cu sufletul arzând văpaie,
Am auzit iar o bătaie, dar parcă mai puţin uşor.
"Desigur", zis-am, "ceva este la un canat de la ferestre,

Scanned with OKEN Scanner

Să cercetez, să văd ce este, şi taina asta s-o explor;
Să dau răgaz inimii mele, şi taina asta s-o explor:
E vântul şi atâta dor".
Atunci dau drumul la fereastră, când fâlfâind, cu-o umbră vastă,
Intră un corb măreţ din sfinte vremi ce s-au dus demult în zbor.
El nici măcar din cap nu dete, nu pregetă şi nici nu stete,
Ci ca un chip de *lord* sau *lady*, sui pe-al uşii căprior;
Sui, şezu, şi-atâta dor.
Ci neagra pasăre plecând spre zâmbet întristatu-mi gând,
Prin gravul şi solemn decorum al mândrei sale-nfăţişări:
"Tu, deşi creasta-ţi este rară" – strigai – "nu eşti un pierde-vară,
Spectral, lugubru şi vechi corb plutind pe-a' nopţii adieri !
Ce domnesc nume porţi pe-a' nopţii plutoniene adieri ?"
Răspunse Corbul: "Nicăieri".
Mult mă miră cuvânt atât de clar la zburător urât.
Deşi răspunsu-avea puţin rost şi puţine-apropieri,
Căci cine, oare, poate crede, că muritor pe lume vede
Corb sau alt animal ce şede pe uşa unei încăperi.
C-un nume aşa de "Nicăieri" ?
Dar Corbul meu stând solitar pe bustul placid, zise doar
Acest cuvânt ce risipea tot sufletu-i în adieri.
Nici alt cuvânt nu proferă, şi nici o pană flutură,
Până ce buza-mi murmură: "Alţi prieteni şi-au luat zborul ieri;
Şi *el* pleca-va mâine-aiuri, ca şi nădejdele-mi de ieri"
Dar corbul zise: "Nicăieri".
Trezit la freamătul produs de-un grai atât de bine spus,
"Desigur" – zis-am – "ce grăieşte e miezu-ntregii sale-averi,
Răpit unui poet sihastru pe care-amarnicul Dezastru
L-a-mpins mai aspru, tot mai aspru, la cântul marii sfâşieri;
Pân'ce troparu-i capătă isonul marii sfâşieri,
De niciodată - Nicăieri.
Dar corbul încă aplecând spre zâmbet întristatu-mi gând,
Trăsei un jeţ cu perne lângă uşa cu chipu-acestei fieri,
Şi-n catifele afundând tot trupul, înnodai curând
Un gând de altul, cugetând la pasărea din alte eri,
La acest spectral, sinistru, augural corb din alte eri,
Rostea prin graiu-i: "Nicăieri".
Şedeam, acestea cumpănind, dar nici un sunet nerostind
Spre pasărea ai cărei ochi ardeau în sânul meu, stingheri;
Acestea şi-alte frământând, şi capu-alene aplecând
Pe-al pernei vioriu veşmânt, lucind de-a' lampei mângâieri,
Nu-l va atinge nicăieri.
Aerul fu mai albăstrui, vibrat din tainice căţui
De serafimi al căror pas suna uşor printre tăceri:
"Nemernice, iată" – am zis – "prin îngeri Domnul ţi-a trimis
Uitare-uitare şi *nepenthes*[3] de-acea Lenore-a ta de ieri,
Oh soarbe, soarbe-acest *nepenthes*, şi uită pe Lenore de ieri".
Răspunse corbul: "Nicăieri".
"Profete"-am zis, "duh necurat, profet sau drac împelițat,

[3] Leac împotriva tristeţii, potrivit credinţelor celor vechi.

Scanned with OKEN Scanner

Ori ca Satana ori Furtuna te-au dus pe-aceste adieri,
Fără nădejdi dar ne'mblânzit, pe-acest pustiu pământ vrăjit,
Pe locu-acesta bântuit, ci spune-mi, spune, dacă speri !"
Răspunse corbul: "Nicăeri".
"Profete"-am zis, "duh necurat, profet sau drac împelițat,
Pe bolta de de-asupra noastră, pe Dumnezeul ce-l reveri,
O, spune sufletului meu bătut de jale de-i e dat
Să-mbrățișeze-o fată sfântă cu numele Lenore în ceri,
O rară şi frumoasă fată cu numele Lenore în ceri ?"
Răspunse corbul: "Nicăieri".
"Cu acest cuvânt, hai, te desparte" – strigai sărind – "cobe, departe
Du-te-n furtună şi în noaptea plutonianei adieri:
Nu lăsa pană mărturiei mincinii ce mi-ai spus-o mie,
Şi singur sufletu-mi rămâie, şi de pe bust, din uşă, pieri !
Şi smulge pliscul tău din sânu-mi; ia-ți umbra-n altă parte, pieri !"
Răspunse corbul: "Nicăieri".
Şi corbul, prins cu-o gheară-adâncă, îmi şade încă,-mi şade *încă*,
Pe bustul palid al Palladei din uşa-acestei încăperi;
Şi cu a ochilor săi rază, el pare-un demon ce visează.
În timp ce lampa desemnează, jos, umbra-i în învăpăieri.
Iar sufletu-mi din umbra asta, ce fâlfâe-n învăpăieri,
Nu va să zboare nicăieri.

Metoda divergenței (sau a "avocaților") îşi propune aflarea unor soluții noi prin punerea în oponență în cadrul unui proces regizat al rezolvărilor clasice – depăşite sau numai saturate – cu clişeul lor. Această metodă prezintă foarte accentuat cele trei etape ale activității sinectice. Principiul metodei cere inversarea unei soluții, devenite banale ("*Ce ar fi dacă am proceda cu totul altfel* ?"); se examinează consecințele, apoi se revine pas cu pas (reiterație) la situația inițială, acceptându-se modificări raționale.

Se simulează astfel pozițiile *avocaților* celor două părți dintr-un proces, unde, deşi faptul este unul şi acelaşi, se opun două puncte de vedere *divergente*.

În practică:

- se prezintă situația ce urmează a fi reconsiderată ("descrierea incidentului" sau a "faptului juridic"), respectiv etapa **PAG** ("*problema aşa cum a fost dată* ");
- în etapa următoare **PAU**, două echipe – ambele de câte 3-4 componenți – îşi expun părerile (prin regula jocului, diametral opuse), adică prezintă problema "*aşa cum a fost înțeleasă* "de fiecare dintre cele două părți, o echipă asumându-şi "apărarea" soluției (sau soluțiilor) mai vechi, cealaltă expunând o soluție total diferită, uneori chiar "inversă";
- un arbitru judecător ("lider" al procesului sinectic) examinează cele două puncte de vedere, atenuând discordanțele prea flagrante şi înlăturând – când este cazul – elementele evident absurde;

Scanned with OKEN Scanner

- după un timp oarecare, depinzând de anvergura problemei (de la o săptămână până la câteva luni), se trece la ultima etapă **PAA**; juriul alcătuit din componenții celor două echipe reunite şi conducătorul lor, după şedințele de dezbatere (şedințe cu pronunțat caracter sinectic) ia hotărârea finală ("*verdictul*", respectiv, "*rezolvarea problemei*").

În intervalul de timp dintre etapa a doua şi etapa a treia, în vederea unei opțiuni cât mai întemeiate se face, de obicei, apel la tehnici auxiliare ("*completarea dosarului*") ca, de exemplu, tehnica Delphi, solicitându-se opiniile unor specialişti de înaltă competență în domeniul respectiv sau în domenii tangente.

Activitatea participanților – ca în toate metodele sinectice – este de multe ori foarte atrăgătoare, amuzantă chiar, deşi necesită o muncă intelectuală destul de obositoare – extenuantă , câteodată – iar rezultatele – dacă "procesul" a fost bine condus – sunt foarte spectaculoase.

Metoda Moliere (sau a *profanilor*) se aplică problemelor cu soluții *epuizate* din punctul de vedere al specialistului.

Se face apel la neinițiați (luați *at random* – la întâmplare; de obicei adolescenți sau chiar copii), fie prin întrebări orale directe, fie prin chestionare scrise. (*Întocmirea unor chestionare potrivite este esențială în reuşita acestei metode, de aceea se recomandă ca elaborarea acestora să se facă prin tehnica Delphi, consultându-se specialişti cu o bună experiență în activitatea sinectică*).

Americanii numesc această metodă **IWI** (*Imagination without inhibition = Închipuire fără opreliște*); în numeroase universități din SUA s-au constituit colective speciale de "profani" (dar şi specialişti în alte domenii, cu vastă cultură şi cu verificate posibilități intelectuale) denumite *fools teams* (*echipe de smintiți*), care, eliberați de orice *prejudecată* ştiințifică, folosind cu precădere procedee de cutie opacă, sugerează soluții noi.

Metoda Sherlock Holmes (sau a *detectivului*): căutarea adevărului (adică a *dezlegării* problemei) acolo unde pare cel mai puțin plauzibil, după rețeta romanelor polițiste, în care autorul, cât mai aproape de sfârşit, îşi plasează *suspans*-ul, dezvăluindu-l pe vinovat în persoana cea mai puțin suspectă.

După exemplul eroului lui Conan Doyle, nu sunt neglijate nici cele mai mici amănunte care pot oferi *surpriza*: aceasta țâşneşte câteodată tocmai din cercetarea minuțioasă a unui detaliu neglijat până atunci.

Ca şi în metoda *avocaților*, metoda *detectivului* respectă cu scrupulozitate etapele sinectice:

- se expune *cazul* echipei de *investigare* (**PAG**);
- pentru *înțelegerea* problemei, echipa adresează organismului care a prezentat tema o *listă de întrebări*

Scanned with OKEN Scanner

(nu se putea concepe o metodă de factură *poliţistă* fără un sever *interogatoriu*);

- pe baza răspunsurilor primite, discutate de echipa de lucru în câteva şedinţe, se emite *tema* de prelucrat (**PAU**), temă ce va fi încredinţată unei alte echipe. În continuare există formate două echipe cu componenţă şi sarcini deosebite; prima echipă de *investigare* alcătuită din 12 persoane de vârste şi specialităţi diferite *pregăteşte* materialul necesar echipei *de lucru* formată dintr-un număr mai redus de membri, 5-6 specialişti, de foarte înaltă competenţă în domeniul respectiv.

După cum s-a subliniat anterior, o deosebită atenţie se va acorda celor mai – aparent – neînsemnate amănunte şi se prelucrează materialul, folosind cu precădere procedeul pseudologiei, metafora jucând în această metodă un rol esenţial.

Exemplu: O mare firmă din Anglia, constructoare de motoare de avion, confruntată cu dificila problemă a găsirii unor materiale optime pentru turbinele cu gaze, a ajuns la concluzia că nici unul dintre materialele încercate nu a dovedit suficientă rezistenţă la impact, neoferind siguranţa necesară în funcţionarea părţilor calde ale turbinei, nevoită să suporte şocurile produselor arderii care pot depăşi viteze de 3000 km/h.

În consecinţă, firma britanică a cerut unui grup de cercetători să propună:

a. – un material – nu excesiv de scump – capabil să corespundă grelelor condiţii termice;

b. – un dispozitiv pentru reducerea vitezei produselor de ardere.

S-au constituit două echipe sinectice care au aplicat cu bune rezultate *metoda detectivului* într-o serie de probleme rezolvate până atunci de grupul de cercetare.

Lucrările au durat aproape un an, din care 9 luni numai etapa a II-[a] încredinţată unei echipe de 5 specialişti: un inginer aeronautic – unul dintre proiectanţii reactorului "Olympus - 593" care a echipat avionul "Concorde", un fizician – profesor la Cambridge, un chimist japonez – doctorand la aceeaşi universitate, un matematician german şi un psiholog – liderul echipei – cu mare experienţă sinectică.

Media de vârstă a echipei: 35 de ani, medie serios afectată de vârsta matematicianului (52 ani), singurul membru mai în etate, cel mai tânăr fiind doctorandul chimist (24 ani). Fără să se poată ajunge la o soluţie definitivă pentru un dispozitiv de reducere a vitezei produselor de ardere, s-a rezolvat, în schimb, foarte mulţumitor problema materialului termorezistent şi anume un produs ceramic foarte ieftin şi perfect adaptat condiţiilor impuse.

Scanned with OKEN Scanner

Metoda cuplurilor aleatorii (sau a *împerecherii la întâmplare*) este o metodă euristică la care intervine subconştientul participanţilor şi hazardul cu rezultate surprinzătoare, de multe ori foarte eficiente.

Pentru etapele a II-[a] şi a III-[a] (*înţelegerea şi dezlegarea* problemei) se alcătuiesc două echipe, un *arbitru* al jocului şi un reprezentant al *întâmplării* (de obicei un copil).

Echipa A întocmeşte o listă de cuvinte strâns legate de problema dată, iar echipa B elaborează o altă listă cu acelaşi număr de cuvinte (număr n stabilit la început de arbitrul – conducător), care – aparent – nu au (nu trebuie să aibă !) nimic comun cu tema propusă: substantive, adjective, verbe, cuvinte *găsite* în mod spontan şi absolut fără nici o consultare (este de dorit ca fiecare participant din acest grup să înscrie în listă orice cuvânt care-i vine în minte). Este de la sine înţeles că *echipajul B* nu cunoaşte decât subiectul în discuţie nu şi cuprinsul listei alcătuite de primul *echipaj*. În alcătuirea listei B intervine (uneori foarte energic) imaginaţia: membrii grupului B, cunoscând tema, îşi închipuie lesne cam ce cuvinte ar putea fi incluse în lista A – conform legilor jocului – şi caută să evite, pe ele şi orice alt cuvânt *implicat*; izgonind din minte acele cuvinte şi impunând o anumită *cenzură* noţiunilor pe care le propune, lista B va fi rezultatul dialectic al dialogului – foarte intim şi foarte subtil – dintre gândirea de *mâna dreaptă* şi cea de *mâna stângă*.

Biletele se împăturesc de către arbitru, se amestecă bine, apoi *mâna hazardului* la împerechează şi le prezintă conducătorului care înregistrează într-un tabel *cuplurile* astfel obţinute.

Rezultă o *corespondenţă* a fiecărui element al mulţimii A cu câte un element al mulţimii B; tabelul se prezintă echipelor *reunite* şi într-o şedinţă sau, la nevoie, în oricât de multe, se caută rezolvarea cea mai potrivită.

Şedinţele grupelor reunite respectă, cu rigurozitate, regulile sinectice: discuţie liberă de durată mijlocie până la cel mult o oră şi jumătate – nimeni nu se abţine, nimeni nu caută să acapareze sau să dirijeze schimbul de păreri.

Exemplul I. Se urmăreşte realizarea unui motor termic îmbunătăţit şi care, între altele, să permită mişcarea de rotaţie *direct*, fără mecanism bielă-manivelă.

Lista A: 1 – carburator; 2 – cilindru; 3 – alezaj; 4 – piston; 5 – cursă; 6 – supapă; 7 – bujie; 8 – comprimare; 9 – aprindere; 10 – evacuarea gazelor; 11 – bielă-manivelă; 12 – răcire.

Lista B: 1 – fluture; 2 – moară; 3 – şanţ; 4 – râmă; 5 –ploaie; 6 – vânt; 7 – umbrelă; 8 – vultur; 9 – arici; 10 – ciupercă; 11 – ac; 12 – frunză.

Jocul hazardului, prin mâna copilului, a condus la următoarele corespondenţe:

Scanned with OKEN Scanner

A		B	
1	-	1	: carburator – fluture
2	-	4	: cilindru - râmă
3	-	3	: alezaj – şanţ
4	-	6	: piston – vânt
5	-	10	: cursă – ciupercă
6	-	5	: supapă – ploaie
7	-	12	: bujie – frunză
8	-	9	: comprimare – arici
9	-	7	: aprindere – umbrelă
10	-	11	: evacuarea gazelor – ac
11	-	2	: bielă-manivelă – moară
12	-	8	: răcire - vultur

Încă din prima şedinţă au fost sesizate împerecherile 10/11, 11/2, şi 12/8 care au sugerat: înlocuirea supapelor cu ace profilate; utilizarea unui mecanism rotativ (roată, rotor) în locul bielei-manivelă, folosirea de aripioare batante pentru activarea aerisirii (în cadrul soluţiei: răcire cu aer).

În următoarele şedinţe se poate repeta *tragerea la sorţi* cu aceleaşi elemente, sau cu altele (prin refacerea listei B), în vederea stabilirii unor *corespondenţe* capabile să sugereze soluţii interesante.

Exemplul II. Un foarte cunoscut scenarist italian a propus următorul subiect de film: într-o vilă, lăsată prin testamentul unui fost mare regizor, în folosinţa actorilor bătrâni rămaşi singuri şi cu puţine mijloace de subzistenţă, locuiesc câţiva bărbaţi şi câteva femei, care îşi duc ultimele zile în condiţii destul de bune şi într-o ambianţă oarecum familiară.

Printre aceştia se află un vestit comic al ecranului, cel mai tânăr dintre pensionarii vilei – abia trecut de 60 ani – renumit pentru nepăsarea şi neseriozitatea lui (îşi risipise averea la masa de joc şi în nenumărate aventuri amoroase).

Şi aici printre "umbre " i se întâmplă să se îndrăgostească – prima lui iubire adevărată – de o fată de 17- 18 ani, o ţărăncuţă simplă, ajutoare la spălătorie.

Pentru rezolvarea situaţiei, regizorul – la sugestia unui bun amic, profesor de psihologie – recurge la o rezolvare după *metoda cuplurilor aleatorii.*

Prima echipă propune lista: 1 –artist; 2 –fată; 3 –dragoste; 4 –deznădejde; 5 –trecut; 6 – viitor; 7- talent; 8 – cămin; 9 – comedie; 10 – speranţă ; 11 – moarte; 12 – dramă.

Scanned with OKEN Scanner

Lista alcătuită de cea de-a doua echipă cuprinde: 1 – război; 2 – pictură; 3 – vin; 4 – copil; 5 – floare; 6 – lac; 7 – călătorie; 8 – succes; 9 – avere; 10 – singurătate; 11 – incendiu; 12 – dispariție.

Jocul *întâmplării* conduce la următoarea împerechere:

A		B	
I	-	(9/3)	:comedie - vin
II	-	(5/12)	:trecut - dispariție
III	-	(4/7)	:deznădejde - călătorie
IV	-	(3/11)	:dragoste - incendiu
V	-	(2/8)	:fată - succes
VI	-	(12/6)	:dramă - lac
VII	-	(1/1)	:artist - război
VIII	-	(6/2)	:viitor - pictură
IX	-	(8/10)	:cămin - singurătate
X	-	(7/5)	:talent - floare
XI	-	(11/9)	:moarte - avere
XII	-	(10/4)	:speranță - copil

Cuplurile aleatorii au sugerat:

III – Fără nici o speranță, realizând ridicolul şi imposibilul situației, fostul comic al ecranului părăseşte vila plecând într-o lungă călătorie...

V – Artistul sesizând naturaleței fetei – de o candidă frumusețe – se ocupă de instruirea ei, şi după doi-trei ani de muncă intensă – o lansează cu deosebit succes ca nouă, strălucită stea a cinematografiei italiene.

VI – Fata, deşi măgulită, îl respinge, singur pe lume, fără iluzii, plictisit de toate, artistul se sinucide aruncându-se în lacul din apropierea vilei.

VIII – Neizbutind să-şi atragă fata, se resemnează şi se consolează cu un *hobby* din tinerețe; pictura. Zi de zi colindă împrejurimile cu paleta pe umăr, însoțit de copii curioşi şi de amintiri...

XI – Una dintre fostele lui iubite moare, lăsându-i întreaga avere cu care...

XII – Una dintre fostele lui iubite îi scrie pe patul de moarte, mărturisindu-i că au un băiat, acum flăcău de 20 ani, student; artistul pleacă în căutarea lui, cu nădejdea că...

Metoda se pretează foarte bine la *intercombinarea* sugestiilor, ca de exemplu:

(V/XI): Artistul se ocupă de educația fetei (un Pygmalion invers; îndrăgostitul modelează obiectul dragostei sale) şi profitând de fericita coincidență a unei moşteniri neaşteptate, poate dispune şi de mijloacele materiale pentru a-şi îndeplini opera: transformarea tinerei țărănci într-o mare vedetă de cinematograf.

sau:

Scanned with OKEN Scanner

(VIII/XII): Reîncepe să picteze, căutând să sublinieze în artă sentimentul tardiv şi insolit; vestea că are un fiu îl vindecă pe deplin, îşi va găsi fiul şi lângă el – sau măcar în apropierea lui – va afla căldura necesară ultimilor ani pe care îi va împărţi între mai vechea pasiune pentru pictură şi necunoscuta – până atunci – dragoste de tată.

Metoda Recode (Revalorisation des Conceptions Depasees) numită, pe bună dreptate, şi *metoda retrospectivei*, întrucât are la bază revenirea la unele descoperiri anterioare, abandonate între timp, dar cu anumite modificări actualizante ale ideii iniţiale.

Se pot menţiona în aceste sens următoarele reluări de idei:

TRANZISTORUL care a înlocuit aproape complet tubul electronic poate fi considerat ca o *reapariţie a galenei*, fiind tot ca şi aceasta un semiconductor.

METANOLUL, utilizat în locul benzinei, reaminteşte folosirea gazului de iluminat – cu care are multe asemănări – în primele motoare termice cu ardere internă (motorul brevetat şi construit în 1860 de francezul Lenoir).

Există alte numeroase exemple de reluări de idei emise cu mult timp în urmă dar care n-au putut fi aplicate datorită stadiului de dezvoltare a ştiinţei şi tehnicii în acel moment sau, pur şi simplu, nu au fost înţelese de contemporani. De aceea se spune că la elaborarea unui produs nou 90% din activitate este de documentare.

6.7.5. Analiza morfologică pentru ierarhizarea soluţiilor la analiza valorii

Prin *morfologie* se înţelege, de fapt, *structura* studiată şi, de aceea, metoda poate fi denumită *analiză structurală.* Metoda a fost elaborată de astronomul american F. Zwicki, profesor la Institutul tehnologic din California, având ca obiectiv examinarea posibilităţilor de realizare a unor proiecte în *premieră* (termenul *proiect* are, în acest caz, un înţeles foarte larg: scenarii de film sau teatru, produse noi, reclame comerciale, servicii şi, în general, tot ce poate face obiectul gândirii omului).

În acest scop se întocmesc anumite *diagrame* care permit inventarierea tuturor combinaţiilor coerente, compatibile cu tema dată; aceste *diagrame Zwicki, cutii morfologice* sau *mulţimi formatoare* sunt construcţii n-dimensionale, bineînţeles, arbitrare.

O *structură* concretă sau abstractă, formată din am'numite elemente bine definite, poate cuprinde *asociate* elementelor structurale oricâte ale elemente omologate capabile să joace acelaşi rol în structură.

Astfel, se pot defini nişte mulţimi omoloage: A, B, ..., Z:

$A = a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n.$

$B = b_1, b_2, b_3, \ldots, b_n$

.....

$Z = z_1, z_2, z_3, ..., z_n.$

Mulţimile A, B, ..., Z sunt *mulţimi formatoare;* mulţimea unor mulţimi formatoare:

A, B, ..., Z

poartă numele de *morfologie* sau, mai propriu, *structură.*

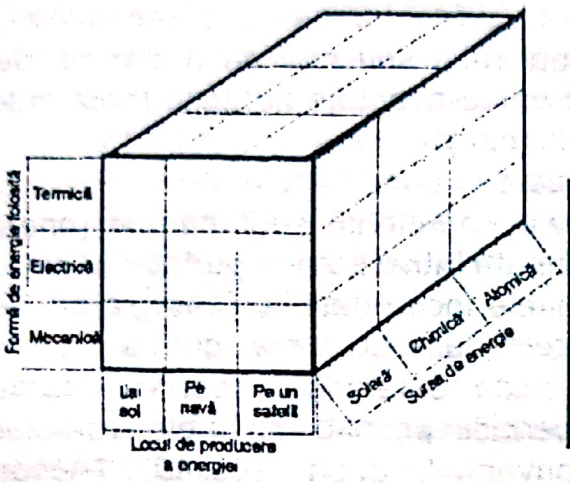


Fig.6.6. Un exemplu de construcţie n-dimensională (*cutie morfologică, cutie structurală, sau produs morfologic*)

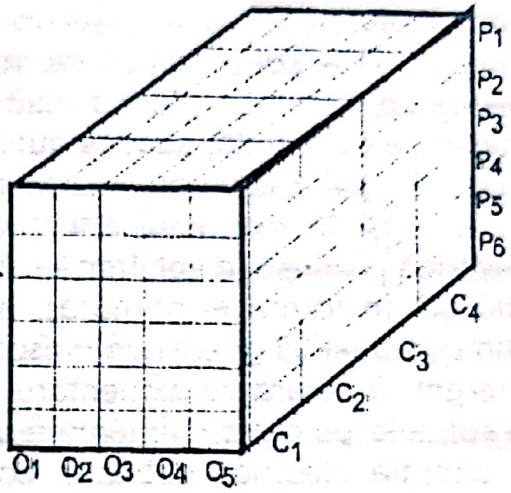


Fig.6.7. Modelul teoretic al conduitei creative; un model al metodei morfologice

Dacă din fiecare mulţime formatoare se *extrage* un element (şi numai unul) şi dacă – din motive de *organizare structurală* – coordonăm aceste elemente în ordinea mulţimilor din care au făcut parte, se realizează o mulţime Z:

$a_1, b_1, ... ,Z$

sau,

$a_1, b_2, ... ,z_3$

sau încă:

$a_2, b_1, ... ,z_4$

etc.

Mulţimea mulţimilor Z va fi o mulţime *produs morfologic, cutie morfologică*, sau *cutie structurală*, figura 6.6. De exemplu (după Zwicki) – abordarea problemei surselor concrete de energie în proiectarea motoarelor pentru zboruri cosmice.

Sursa de energie poate fi: solară, chimică, atomică, obţinută din combustibili gazoşi, produsă direct pe navă, la sol sau pe un satelit (cu acumulatori sau motoare alimentate prin unde radio) mixt (acumulatori încărcaţi periodic de la o sursă existentă pe navă) şi *utilizată* sub formă termică, electrică, chimică sau mecanică.

Scanned with OKEN Scanner

Cutia structurală poate fi considerată ca un fişier cu sertare deschise în toate cele trei direcţii; numărul de sertare în exemplul citat este $4^3 = 64$, conţinutul fiecărui sertar constituind o combinaţie distinctă acelor trei grupe de elemente componente.

Metoda morfologică permite plasarea combinaţiilor obţinute în patru categorii:

α) - soluţii neinteresante banale;

β) – soluţii neutilizabile din cauza neafinităţii elementelor combinate;

γ) – soluţii raţionale, mai mult sau mai puţin *clasice*, de o restrânsă folosinţă, oferind însă unele avantaje notabile (cost redus, fiabilitate deosebită, succes public etc.);

δ) – soluţii noi, încă neluate în consideraţie.

Şi în exemplul dat unele combinaţii sunt banale (energie electrică produsă la sol, înmagazinată într-o baterie purtată de navă şi utilizată în forma ei primară), altele incompatibile (energie obţinută prin combustibil gazoşi pe un satelit), iar câteva noi , cum ar fi : sursă energetică solară cu alimentare mixtă (o baterie de rezervă încărcată la sol, alta pe navă, alimentată periodic printr-o celulă electro-solară) şi energia electrică debitată, convertibilă după necesităţi. (Această variantă a fost folosită cu bune rezultate în primele etape ale programelor spaţiale).

Un alt exemplu, oarecum notoriu, îl constituie *modelul teoretic al conduitei creative sau al structurii intelectuale integrate* elaborat de I.P. Guilford în 1967.

Modelul este o *cutie* cu 4x5x6 = 120 de sertare, figura 6.7, având pe cele trei dimensiuni: *conţinutul, operative (O)* şi *produsul (P)*.

CONŢINUTUL, denumit de psihologul elveţian Jean Piaget, *conduita cu traiectorie proprie, este materia primă* asupra căreia acţionează intelectualul.

Guilord propune patru modalităţi de acţiune:

C_1 – *imaginativă*, deoarece se operează cu imagini;

C_2 – *semantică* (semnificaţională), întrucât se folosesc cuvinte, fiecare cu o anumită semnificaţie;

C_3 – *relaţională,* utilizându-se conexiunile dintre elementele *Umwelt*-ului;

C_4 – *capacitatea de abstractizare*, factor de integrare şi concluzionare.

Se disting cinci tipuri de OPERAŢII:

O_1 – *de cunoaştere sau de baleiaj*; subiectul investighează lumea înconjurătoare (*inclusiv lumea ideilor*), selectează elementele de semnificaţie şi le prelucrează *provizoriu* (le *ajustează*) în vederea stocării lor;

O_2 – *de memorare*, respectiv înmagazinarea

Scanned with OKEN Scanner

O_3 – *de construcție* (denumită de Guilford *gândire divergentă*), adică operație foarte complexă de *analiză comparativă* a elementelor stocate;

O_4 – *de convergență*, prin care intelectul *își impune condițiile personale*; este operația de prelucrare efectivă, de finisare a elementelor acceptate;

O_5 – *de evaluare și clasare*; operație finală, având menirea de a ordona elementele comparate și finisate în vederea clasării lor pe *cercuri* sau *dosare*, mai întâi pe baze cantitative (de raporturi între *eigen – valori*, altă cale nefiind posibilă), apoi după suficientă acumulare de date, pe *sortimente* calitative.

PRODUSUL activității intelectuale constă în:

P_1 – *reținerea* în *Umwelt* a tuturor elementelor selecționate;

P_2 – *separarea* lor pe cercuri funcționale;

P_3 – *corelarea* unor elemente afine, intersectarea și reunirea unor cercuri funcționale;

P_4 – *gruparea* cercurilor (submulțimi ale *Umwelt*-ului) în *sisteme;*

P_5 – *distorsionarea* elementelor stocate prin *înnoirea discretă a Umwelt*-ului;

P_6 – *modificarea continuă* a *Umwelt*-ului, pe trasee, de multe ori neprevizibile (*implicațiile* de neînlăturat ale permanentei evoluții a intelectului).

Dintre combinațiile care se pot face (produsul fiind considerat ca o rezultantă a operațiilor asupra conținutului, pentru creativitate sunt mai interesante secvențele: $C_4O_3P_5$ (figura 6.8-a) și $C_1O_4P_6$ (figura 6.8-b), adică: capacitatea de abstractizare + operația de convergență = modificarea *Umwelt*-ului (mai ales pentru creația artistică)).

Se va examina, spre exemplu, o problemă simplificată privind *aflarea unui nou mijloc de transport.*

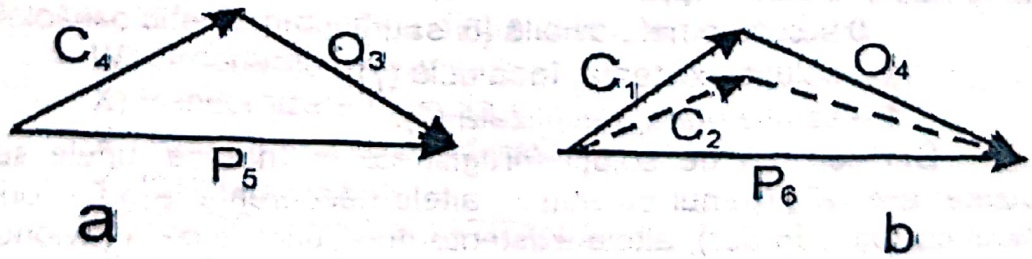


Fig.6.8. Exemple de secvențe obținute prin metoda morfologică

Variantele ar putea fi următoarele:

A. *Mediul de transport:*

a_1 – aer;

a_2 – apă;

a_3 – pământ;
a_4 – subteran.

B. *Elementul de contact:*

b_1 – aer;
b_2 – corpul vehiculului;
b_3 – roată;
b_4 – element de ghidare (cablu, şină).

C. *Modalitate de acţionare:*

c_1 – gaze;
c_2 – abur;
c_3 – electricitate;
c_4 – cablu;
c_5 – energie atomică.

Adică în total: **4 x 4 x 5 = 80** de combinaţii.

Tabelul 6.25

Matrice pentru trierea soluţiilor

	a_1				a_2				a_3				a_4			
	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4	b_1	b_2	b_3	b_4
C_1	x	0	0	x	0	x	0	0	x	0	x	x	1	0	x	0
C_2	0	0	0	0	0	x	x	0	0	0	x	x	x	0	x	0
C_3	1	0	0	x	1	x	0	0	1	0	1	x	1	0	1	X
C_4	0	0	x	x	0	x	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0
C_5	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1

Cât timp numărul soluţiilor nu este excesiv (de obicei ele sunt de ordinul miilor şi chia a zecilor de mii) se poate proceda relativ simplu, prin întocmirea unei *matrice de triere,* tabelul 6.25.

S-au folosit notaţiile:

0 – soluţie nefolosibilă (**α sau β**);
x – soluţie existentă, încă utilă (**γ**);
1 – soluţie bună, neutilizată (**δ**).

Din cele 80 de soluţii înregistrate în matrice, unele sunt epuizate: $a_3b_{3+4}C_2$ (trenul cu aburi), altele necoerente: $a_1b_3C_1$ (orice vehicul cu roţi... în aer); altele existente, încă utile: $a_1b_1C_1$ (avionul), $a_1b_4C_3$ (telefericul) sau $a_4b_{3+4}C_3$ (metroul) etc. şi unele noi, probabil ale viitorului, ca de exemplu: $a_1b_1C_5$ (navă aeriană acţionată prin energie atomică), $a_3b_1C_{3,5}$ (autovehiculul pe pernă de aer acţionat electric direct sau electric de la pilă atomică) ş. a.

În total au fost eliminate 63 de soluţii (**0,x**) şi au fost reţinute 17 soluţii (**1**).

Dacă trecem la un exemplu asemănător, dar mai complex de vehicul terestru (astfel prezentat):

A. Mijlocul de deplasare:
- a_1 – roți pe pneuri;
- a_2 – roți cu șanț de ghidare;
- a_3 – cablu;
- a_4 – patine;
- a_5 – pernă de aer;
- a_6 – elemente articulate.

B. Motorul:
- b_1 – diesel;
- b_2 – cu explozie;
- b_3 – cu aer comprimat;
- b_4 – cu abur;
- b_5 – electric;
- b_6 – eolian;
- b_7 – atomic;

C. Suprastructura:
- c_1 – cabină metalică;
- c_2 – cabină de lemn;
- c_3 – cabină ușoară (răchită, hârtie, carton presat);
- c_4 – cabină de beton (simplu sau armat);
- c_5 – fără cabină.

D. Modalitate de conducere:
- d_1 – șină;
- d_2 – cablu;
- d_3 – volan;
- d_4 – manșe;
- d_5 – ghidaj electric (înaltă frecvență);
- d_6 – ghidaj magnetic.

rezultă **6x7x5x6 = 1260** de variante, mai greu de inventariat într-o matrice de triere.

În asemenea cazuri (și în altele cu și mai multe combinații) se folosesc diferite procedee, dintre cele mai uzuale sunt:

W) Ordonarea restrânsă;
X) Randomizarea simplă;
X') Randomizarea ponderată;
Y) Înaintarea aleatorie;

W) ORDONAREA RESTRÂNSĂ

În matricea de triere (tabelul 6.25) s-au trecut toate combinațiile obținute (adică tot conținutul tuturor sertarelor cutiei morfologice, adoptându-se o ordine simplă și integrală, la încrucișarea coloanelor cu șirurile rezultând pe rând: $a_1b_1c_1$; $a_1b_2c_1$; ..., $a_4b_4c_1$; ... ș.a.m.d., până la ultimul sertar: $a_4b_4c_5$).

Cum acest lucru este dificil când numărul combinațiilor este foarte mare, calea cea mai apropiată de ordonare completă prin

matricea de triere este aceea a restrângerii inventarierii, prin adoptarea unor *restricţii*, îndeobşte două:

- eliminarea iniţială a elementelor structurale prea *triviale* (aici sensul este de *prea comun, ultra-banal, arhicunoscut*);
- eliminarea cuplurilor incompatibile,

operaţii care micşorează simţitor numărul variantelor, permiţând ordonarea completă a variantelor rămase.

În cazul autovehiculului terestru de mai înainte se pot elimina de la bun început elementele: a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_4, b_6, c_2, c_3, c_4, c_5, d_1 şi d_2 (13 elemente) ca perimate, de asemenea, cuplurile: a_1-b_3; a_6-d_3; a_6-d_4; b_7-d_3; b_7-d_4 (5 asociaţii) ca nefiind compatibile; rămân astfel numai 37 de combinaţii (adică 37/1260 ☐ 3%).

X) RANDOMIZAREA SIMPLĂ

Acest procedeu se rezumă la o simplă tragere la sorţi a uneia sau mai multe combinaţii, fără nici o combinaţie specială.

Se admit că – atunci când numărul combinaţiilor N > 5000 – se poate limita la ($m\sqrt{n}$) numărul de extrageri din urnă (m, fiind numărul de submulţimi sau *morfologii*) mai ales dacă, în prealabil s-au efectuat câteva eliminări prea evident necesare.

De exemplu, dacă sunt de examinat o mulţime-produs de 10000 de variante formate pe 6 morfologii, numărul limită de extrageri întâmplătoare ar fi: $6x\sqrt{10000} = 6 \times 100 = 600$ de extrageri.

X') RANDOMIZAREA PONDERATĂ

Pentru a îndruma într-o oarecare măsură tragerea la sorţi, se escamotează echi-probabilitatea extragerii tuturor variantelor, impunând aprioric şi deliberat *şase* diferenţiate combinaţiilor introduse în urnă.

Un grup de specialişti atribuie coeficienţi de *acceptare* sau *interes* fiecărui element.

Într-o variantă mai pretenţioasă se acordă variantelor extrase probabilităţi diferite de realizare; ţinând seama de acestea, tragerea la sorţi se repetă (numai cu combinaţiile trimise *la întâmplare*, de astă dată afectate de probabilităţile estimate).

Y) ÎNAINTAREA ALEATORIE

Să reluăm mulţimea formatoare prezentată mai sus:

$A = a_1, a_2, a_3, a_4$

$B = b_1, b_2, b_3, b_4$

$C = c_1, c_2, c_3, c_4, c_5$

Să începem cu combinaţia de indici 1: (a_1, b_1, c_1) şi să *înaintăm* schimbând indicele unui singur element, adăugându-l (+1) sau (-1).

Observaţie: Indicilor 1 nu li se pot scădea o unitate, întrucât 1 - 1 = 0 nu face parte din morfologie, de asemenea, indicelui maxim (în exemplul considerat, 4 în primele două

Scanned with OKEN Scanner

submulţimi şi 5 în submulţimea C) nu i se poate adăuga o unitate, din acelaşi motiv, de aceea în aceste cazuri se schimbă automat semnul (+1) în loc de (-1) şi, respectiv (-1) în loc de (+1); o altă condiţie impusă de metodă este de a nu se înscrie de două ori aceeaşi combinaţie; extragerile ale căror rezultat este o combinaţie înregistrată se anulează.

De exemplu, se schimbă indicele lui **a**, adăugându-i (+1); se obţine o nouă combinaţie: ($\mathbf{a_2b_1c_1}$); se schimbă apoi indicele aceluiaşi element (sau al altuia), la fel, prin adăugarea unei unităţi (pozitive sau negative) ş.a.m.d.

Combinaţia de la care se pleacă, elementele căruia urmează a i se schimba indicele, cât şi semnul lui 1 se trag la sorţi.

Se înscriu $\frac{m^2\sqrt[3]{N}}{2}$ variante, în cazul considerat: (9x4,31)/2 = 19,395, sunt suficiente deci 20 de combinaţii (adică 50% din numărul tuturor combinaţiilor posibile).

Tabelul 6.26

Modul de formare a combinaţiilor prin tragere la sorţi

Tragerea la sorţi		Scopul	Rezultatul
Seria	Extragerea		
I	I_0	Combinaţia de start (1)	$a_1b_2c_2$
	I_1	Elementul	b
	I_2	(+1) sau (-1)	-1
	Combinaţia (2)	-	$a_1b_1c_2$
II	II_1	elementul	c
	II_2	(+1) sau (-1)	-1
	Combinaţia (3)	-	$a_1b_1c_1$
III	III_1	elementul	c
	III_2	(+1) sau (-1)	+1
	Combinaţia (4)	-	$a_1b_1c_1$
ş.a.m.d. până se înscriu 20 de combinaţii			

EXEMPLU: Concurs de scenarii de film

O casă de filme austriacă, intenţionată să organizeze un concurs de scenarii pe o temă dată, a încredinţat unei echipe de creativitate întocmirea unei diagrame Zwicky.

Au rezultat 30240 de combinaţii posibile pe următoarele *mulţimi formatoare;*

- UNDE se petrece acţiunea ?
  - a_1 – în mediul rural;
  - a_2 – într-un orăşel anonim dintr-o ţară oarecare;

Scanned with OKEN Scanner

a_3 – la Viena;
a_4 – la Paris.

- CÂND ?
  b_1 – în "*la belle epoque*" (în jurul anului 1900)
  b_2 – între cele două războaie mondiale;
  b_3 – în vremurile noastre.
- Acțiunea e brodată pe:
  c_1 – un mic roman de dragoste;
  c_2 – un conflict social;
  c_3 – pagini din viața unui artist sărac (poet, pictor, actor, muzician);
  c_4 – o intrigă în lumea celor avuți;
  c_5 – o poveste polițistă.
- Eroii principali sunt:
  El:
  d_1 – un mic funcționar sau lucrător;
  d_2 – un liber-profesionist (medic, avocat, inginer);
  d_3 – un nepăsător *"fils à papa"*;
  d_4 – un aventurier;
  d_5 – un obsedat;
  d_6 – un tată de familie fără ocupație.
  Ea:
  e_1 – fată eroină;
  e_2 – o tânără lucrătoare romantică;
  e_3 – o balerină;
  e_4 – fată naivă a unor mici burghezi;
  e_5 – o fată "de familie";
  e_6 – o femeie "fatală !";
  e_7 - o văduvă excentrică.
- Acțiunea se încheie prin:
  f_1 – sinucidere:
  f_{11} – el
  f_{12} – ea
  f_2 – crimă:
  f_{21} – el pe ea;
  f_{22} – ea pe el;
  f_{23} – un alt făptaș;
  f_{24} – o altă victimă;
  f_3 – moarte *naturală*;
  f_4 – despărțire;
  f_5 – căsătorie;
  f_6 – glorie;
  f_7 – alegerea finalului se lasă la fantezia spectatorilor.

Din cutia morfologică de mai sus s-au obținut, bineînțeles, foarte numeroase *soluții banale* (α) ca de exemplu: a_i, b_i, c_i, d_1, e_4, f_4 (indiferent unde, indiferent când, un mic funcționar se îndrăgostește

de fata unor oameni neînsemnaţi şi, în cele din urmă, o ia în căsătorie spre satisfacţia tuturor părţilor interesate, inclusiv a spectatorilor); multe altele nu pot fi folosite, ca *necoerente* (β), de exemplu, orice combinaţie care ar cuprinde elementele c_1+e_1 (un mic roman de dragoste fără... eroină !); unele soluţii oarecum *clasice* însă *practice* (γ) asigură aşa zisul *succes de cassă* cum ar fi: a_3, b_1, c_1, d_{3+4}, e_5, f_{13} care reproduc aproape până la identitate faimoasa *dramă de la Mayerling* ai cărei eroi au fost arhiducele Rudolf (cu amendamentul că d_3 devine în acest caz *prinţ moştenitor*) şi foarte tânăra Maria Vecera, tragedie ultrauzată într-o duzină de filme de diferite provenienţe din anii '20 până în anii '70; mai puţine sunt sertarele cu *reţete* într-adevăr noi (şi în acelaşi timp operante).

Pentru trierea celor peste 30000 de combinaţii, conducerea casei de filme a hotărât să ceară echipei de creativitate o *randomizare ponderată* (X').

1. În primul rând s-a recurs la o *ordonare* prealabilă introducându-se restricţii de combinare: a_1 nu se poate cupla decât cu b_2 sau b_3; mai departe numai cu c_1,c_2 sau c_5 şi se elimină e_3 şi e_6 etc.

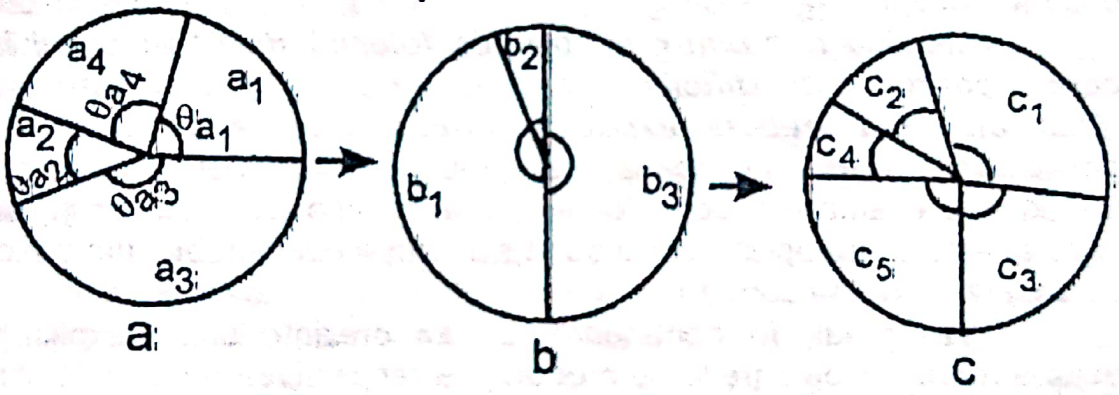


Fig.6.9. Roţi de tragere la sorţi "sectorizate " în vederea "randomizării ponderate"

2. S-au acordat coeficienţi subunitari de interes tuturor celor 37 de elemente conţinute, suma lor pe o submulţime fiind 1:

$k.a_1 = 0,2;$	$k.a_2 = 0,3;$	$k.a_3 = 0,4;$	$k.a_4 = 0,3;$
$k.b_1 = 0,4;$	$k.b_2 = 0,1;$	$k.b_4 = 0,5;$	
$k.c_1 = 0,3;$	$k.c_2 = 0,15;$	$k.c_3 = 0,2;$	$k.c_5 = 0,25;$

În acest scop s-au confecţionat roţi de loterie având sectoare proporţionale cu coeficienţi, respectiv unghiurile θ:

Pentru: $k_{ij} = 1,00$ ..... $\theta_j = 360°$
$k_{ij} = 0,50$..... $\theta_j = 180°$
$k_{ij} = 0,25$..... $\theta_j = 90°$
$k_{ij} = 0,10$..... $\theta_j = 36°$, etc., figura 6.9.

Scanned with OKEN Scanner

3. Efectuându-se tragerea la sorți s-a obținut $a_3b_1c_5d_4e_7f_{22}$: în Viena sfârşitului de veac al XIX-lea, idila dintre un aventurier atrăgător, dar sărac şi o fată bogată "văduvioară veselă" se încheie tragic prin uciderea tânărului; după multe – şi întortocheate – investigații, poliția o descoperă pe făptaşă în persoana văduvei excentrice. Mobilul crimei: acela obişnuit "melo"- urilor de gust îndoielnic: gelozia.

6.8. Compararea opțiunilor stabilite prin analiza valorii

Dintre opțiunile stabilite printr-un studiu de analiză a valorii una sau două ies în evidență ca fiind superioare celorlalte. În acest caz, o simplă apreciere a performanțelor şi costului va duce la stabilirea opțiunii optime.

Până aici, ne-am ocupat de furnizarea produsului sau serviciului optim pentru banii oferiți sau de furnizarea aceluiaşi produs sau serviciu, la un cost mai mic. În orice caz, ceea ce s-a studiat a fost produsul sau serviciul însuşi, sau mai precis, ceea ce reprezintă el pentru client.

Metoda combinex nu trebuie folosită decât în cazul în care alegerea este dificilă sau când motivele pentru care s-a făcut alegerea trebuie explicate unor persoane care nu au participat la studiu. De aceea, trebuie luate în considerare diversele metode de evaluare a soluțiilor propuse, menționate anterior şi, pe baza acestora, de optat pentru soluția cea mai convenabilă din punct de vedere tehnico-economic.

Va trebui, în continuare, să se prezinte unele explicații asupra meritelor pe care le au propunerile respective.

Din al cui punct de vedere se consideră avantajele ? Mai înainte ca propunerile referitoare la analiza valorii să poată ajuta pe client, ele trebuie să contribuie cu ceva pentru furnizor, şi mai înainte de a contribui cu ceva pentru furnizor, ele trebuie să contribuie cu ceva pentru cei care le aprobă şi le pun în aplicare, adică pentru cei care îşi asumă riscurile.

Cine trebuie să aprobe propunerile rezultate la analiza valorii ? Care sunt nevoile adoptării lor ? Care sunt problemele de rezolvat pentru a fi adoptate ? Cine furnizează fondurile ? Din ce surse ? Cine va executa lucrarea ? Când ? Unde ? Care sector va avea mai mult de câştigat ? Sunt toate sectoarele reprezentate în grupul de analiza valorii ? Înțeleg ele foloasele pe care le vor trage de aici ? Care este sectorul care va avea de suferit ? Va fi vorba de o pierdere a încărcării de muncă ? Va fi o supraîncărcare ? Vor exista întârzieri în planul livrării ? Va exista o pierdere de control ?

Stabilirea şanselor de acceptare. Răspunsurile la aceste întrebări, precum şi la multe altele asemănătoare, vor scoate la iveală o

Scanned with OKEN Scanner

serie de avantaje şi dezavantaje legate de propunerea care se examinează. Primele comparări au ajutat la alegerea acelor opţiuni care sunt cele mai bune pentru client. Comparaţiile actuale vor ajuta la alegerea acelor opţiuni, dintre cele cunoscute că sunt bune din punctul de vedere al clientului, care sunt cele mai avantajoase pentru conducere.

La estimarea avantajelor şi dezavantajelor, primul lucru ce trebuie evitat este numărarea lor. Numărul nu este semnificativ. Un singur avantaj compensează deseori multe alte dezavantaje pe care le poate avea produsul. Un singur dezavantaj poate, de asemenea, contrabalansa toate avantajele.

Al doilea lucru ce trebuie evitat este de a contrabalansa dezavantajele faţă de avantaje la fel de importante dar necorelate.

Sunt totuşi necesare anumite limite. Deşi rareori este nevoie să se recurgă la metoda Combinex pentru a se cântări avantajele şi dezavantajele acceptării unei propuneri, există anumite reguli de bază care se stabilesc, anumite protecţii cum ar fi de pildă fixarea unor limite.

Dezavantajele nu pot fi transformate în avantaje pozitive. Prin definiţie, dezavantajele reprezintă în mod hotărât "un rău". Dezavantajul unei întârzieri în planul de livrări ar putea fi mascat printr-un fel de întârziere mai redusă. Dar, această definiţie sună totuşi fals. Riscul ar trebui să devină securitate, garanţie sau chiar invulnerabilitate. Nu constituie nici o problemă faptul de a transforma rugozitatea suprafeţei într-o finisare netedă sau toleranţele în precizie dimensională. Care este atunci diferenţa ?

Două extreme ale calităţii. Cerinţele proiectării sau ale unor servicii care deseori intră în competiţie în ce priveşte resursele ce li se alocă trebuie să aibă o limită superioară şi alta inferioară deoarece acceptarea unui lucru de o calitate excesivă va reduce utilitatea lucrului respectiv. Astfel, autoturismele cu asigurarea unei securităţi sporite pentru cei care le conduc şi produc un accident la viteză excesivă nu sunt admise în circulaţie.

În momentul în care s-a ajuns la o combinaţie satisfăcătoare, avantajele acesteia sunt de obicei deschise la partea superioară. Dacă un câştig în bani reprezintă un avantaj, nu mai interesează câţi bani câştigă. Totuşi, trebuie fixate limite inferioare acestor avantaje.

Noţiunea de utilitate şi de eficacitate reapare atunci când este o diferenţă între o înregistrare de intrare şi efectul înregistrării respective.

Dacă avantajele sunt deschise la partea superioară, dezavantajele sunt şi ele deschise la partea inferioară. Nu interesează cât sunt de mici, ci să nu crească peste limite care nu pot fi acceptabile. Riscul se poate clasifica drept redus, moderat şi mare, dar, în orice caz, trebuie să se fixeze o limită pentru riscul nedorit.

Importanţa timpului, a banilor şi a riscului. Se dispune de o lipsă de avantaje şi dezavantaje, toate fiind deschise la capătul favorabil şi toate limitele de condiţia minimă acceptabilă. Se ştie că

Scanned with OKEN Scanner

unele sunt mai importante decât altele şi că nu se pot compara avantajele cu dezavantajele necorelate lor.

Însă, compararea avantajelor cu dezavantajele corelate este cu totul altceva. Se pot compara numai atunci când diferă ca polaritate sau direcţie. Pierderile băneşti pot fi comparate cu câştigurile băneşti în cadrul unui timp dat. Pierderea de timp poate fi comparată cu câştigul de timp din cadrul aceluiaşi ciclu, cu condiţia ca schimbarea să nu modifice succesiunea necesară.

Una dintre definiţiile riscului este aceea că el reprezintă probabilitatea unui eveniment nefavorabil, înmulţită cu costul evenimentului respectiv. O probabilitate de 50% de a pierde 1000 de dolari dă o pierdere aşteptată de 500 de dolari.

Să presupunem că se estimează 1000 de dolari costul punerii în practică a unei propuneri cu condiţia ca aceasta să nu ridice alte probleme. Dacă ridică probleme, punerea ei în practică poate costa de două ori mai mult şi există probabilitatea să se întâmpine probleme nedorite. Ridicarea problemelor ridică costul punerii în practică de la 1000 dolari la 2000, adică 1000 de dolari mai mult decât se anticipase. Şansele de a se întâmpla acest lucru sunt de 50%. Aşadar, va trebui să adăugăm 500 de dolari drept capital riscat, la costul estimat al punerii în practică.

Cele trei categorii. Majoritatea avantajelor şi dezavantajelor se pot clasifica în trei categorii: ***timp, bani, risc***. Importanţa relativă a acestor categorii principale, din punctul de vedere al conducerii variază în fiecare situaţie. La alegerea propunerilor cu cea mai mare probabilitate de a fi acceptată, grupul de analiză a valorii trebuie să stabilească scopurile actuale ale conducerii în domeniul profitului marginal brut, circulaţia monetară, circulaţia produsului, livrările sigure şi vânzările. Economiile de costuri influenţează direct primele două. Economia de timp influenţează celelalte două. Vânzările sunt influenţate de ambele.

Pe lângă economisirea de timp şi bani, un grup de analiză a valorii trebuie negreşit să identifice acele domenii în care banii suplimentari investiţi sau timpul suplimentar cheltuit vor aduce un beneficiu tot atât de bun sau chiar mai bun decât posibilităţile de investiţie obişnuite.

În rezumat, propunerile trebuie să fie investigate din punct de vedere al acceptabilităţii, ţinând seama că acceptarea poate să nu depindă numai de economii dar şi de ameliorări.

Scanned with OKEN Scanner

CAP.7.DETERMINAREA EFICIENȚEI SOLUȚIILOR ELABORATE LA ANALIZA VALORII

7.1. Necesitatea prognozei de dezvoltare în luarea deciziilor de alegere a subiectelor analizei valorii

Definirea prognozei tehnico-funcționale și tehnologice. Prognoza tehnico-funcțională sau tehnologică înseamnă prezicerea unei inovări previzibile a progresului științei în domeniul respectiv sau a unei descoperiri științifice probabile, care permite să îndeplinească o funcție utilă, conținând anumite indicații referitoare la timpul de apariție.

Sau, înseamnă o sumă de sisteme de analiză logică care conduc la concluzii cantitative comune (sau la un număr limitat de posibilități) despre atribute și parametri tehnici și tehnologici, precum și despre atribute tehnico-economice. Astfel de prognoze diferă de simple opinii prin aceea că ele se sprijină într-un mod sistematic pe un set explicit de relații cantitative și ipoteze și sunt produse printr-o logică care conduce la rezultate relativ consistente.

Sau, o prognoză este o realizare tehnico-funcțională ori tehnologică, cu un anumit grad de verosimilitate într-o scală de timp, dată cu un anumit grad de confidență.

Orice strategie ofensivă în domeniul progresului tehnic și tehnologic, în care se înscrie și metoda analizei valorii, impune efectuarea unei prognoze care să conducă la luarea unei decizii fundamentate tehnico-științific.

Prognoza poate ajuta la luarea deciziilor referitoare la activitatea economică prin următoarele căi:

- O supraveghere largă a mediului ambiant pentru a identifica mersul evenimentelor atât în interiorul cât și în afara sferei normale a activității respective, evenimente care ar putea influența viitorul industriei și, în particular, propriile produse și piețe ale companiei.
- Estimarea scalei de timp pentru evenimente importante în legătură cu orizonturile companiei, pentru luarea de decizii și pentru planificare. Acest lucru dă o indicație asupra gradului de urgență a acțiunii.
- Asigurarea cu informații mai concludente în urma unei prognoze amănunțite pentru cazurile în care o analiză inițială găsește ca posibile, fie un pericol, fie o șansă în viitorul apropiat, dar în același timp această probă este insuficientă pentru a justifica luarea unei măsuri. Sau, o urmărire continuă a tendințelor despre care, deși nu se crede că va conduce la necesitatea unei acțiuni imediate, prezintă totuși probabilitatea de a deveni importante la un anumit moment și trebuie ținute, în consecință, sub observație.

Scanned with OKEN Scanner

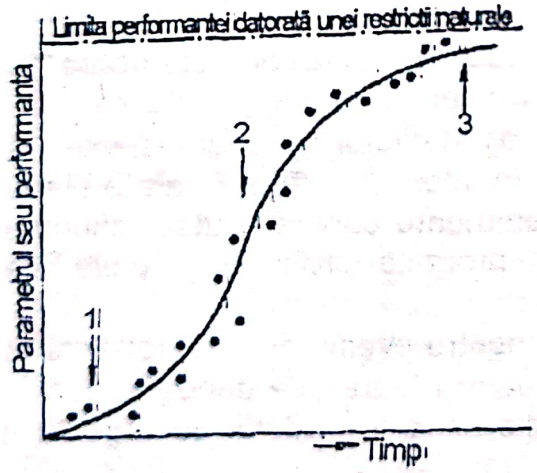
• Reorientarea majoră a politicii companiei pentru a evita situații care par a aduce cu ele pericole sau pentru a căuta noi ocazii favorabile prin:

- redefinirea industriei sau a obiectivelor activității companiei în lumina unei noii concurențe;
- modificarea strategiei corporației;

• Îmbunătățirea luării de decizii operative, legată mai ales de:

- selecția de proiecte pentru analiza valorii în vederea îmbunătățirii caracteristicilor tehnico-funcționale şi tehnologice;
- alocarea resurselor între diferite activități;
- politica de cadre etc.

Căile progresului tehnic şi tehnologic. Dacă progresul tehnic sau tehnologic ar consta dintr-o succesiune de evenimente întâmplătoare în care nu ar fi posibilă stabilirea nici unei legături între rata dezvoltării progresului tehnic sau/şi tehnologic şi timp, orice încercare de a realiza o prognoză ar fi imposibilă. Însă, analiza datelor de observație dintr-un număr considerabil de fenomene arată că progresul nu este întâmplător şi discontinuu, ci urmăreşte o traiectorie regulată atunci când un anumit atribut, ca de exemplu performanțe funcționale (viteza avionului), un parametru tehnologic (de exemplu raportul dintre rezistența şi densitatea unui material), sau o performanță economică (de exemplu: costul unui kWh, pentru generarea energiei electrice) poate fi reprezentat în funcție de timp. În felul acesta se obține o curbă în formă de **S** alungit, aşa cum se observă în figura 7.1.



Curba sub formă de **S** alungit (1 – perioada de creştere lentă inițială; 2 – creşterea rapidă, exponențială; 3 – ritmul de creştere încetineşte pe măsură ce performanța se apropie asimptotic de limita fizică naturală)

Curba în formă de **S** alungit este similară ciclului de viață a unui produs, în care se observă o creştere inițială lentă urmată de o creştere rapidă aproximativ exponențială care se diminuează pe măsură ce se apropie de asimptotic de o limită superioară stabilită în mod obişnuit de o anumită proprietate fizică.

Din studierea formei curbei de tipul **S** alungit se pot deduce două recomandări importante pentru managementul analizei valorii.

Intelectul uman, cu modelele sale de gândire liniare, poate subestima în mod substanțial rapiditatea progresului potențial la

stabilirea specificațiilor de proiectare în timpul fazei exponențiale din zona de mijloc. De asemenea, trebuie avută în vedere scăderea treptată a beneficiilor ce pot fi obținute în urma investițiilor într-o analiză a valorii, în scopul îmbunătățirii caracteristicilor tehnico-economice a unui produs sau a unei activități, pe măsură ce se produce apropierea de limita sa fizică.

Nu trebuie considerat totuşi că există o cale predeterminată pe care progresul o urmează în mod inevitabil. Nu există progres care să apară fără a fi luate decizii umane referitoare la investiții. Astfel, deşi, de exemplu, o tehnologie urmează o curbă sub formă de S alungit calea reală pe care o ia va fi una din familia unei astfel de curbe, întrucât rata de creştere este determinată în mare măsură de către efortul tehnologic dedicat ei. O tehnologie care a avansat de-a lungul lui OA_1 (figura 7.2), până în momentul t_1 poate progresa de-a lungul lui A_1A_2 numai dacă un factor extern identificabil produce o accelerare de-a lungul lui A_1C_1. Dacă stimulentul de a investi pentru a atinge o performanță mai ridicată este scăzut, curba descrisă va fi probabil de forma OB, figura 7.2. Prin contrast, OC_2 prezintă o rată mult mai ridicată a progresului; ea se poate întâlni în cazurile când cerințele pieței au dus la cheltuieli ridicate pentru obținerea noilor soluții tehnico-economice. De aceea, este posibil să se modifice forma curbei: de exemplu, o tehnologie care a atins punctul A de pe curba OA, poate primi la timpul t_1 un stimulent din partea unei sarcini bine determinate care îi impune să urmeze calea A_1 C_1 C_2; existând, desigur, o limită a maximului pantei curbei determinată de mărimea resurselor la dispoziție sau rata la care acestea pot fi utilizate.

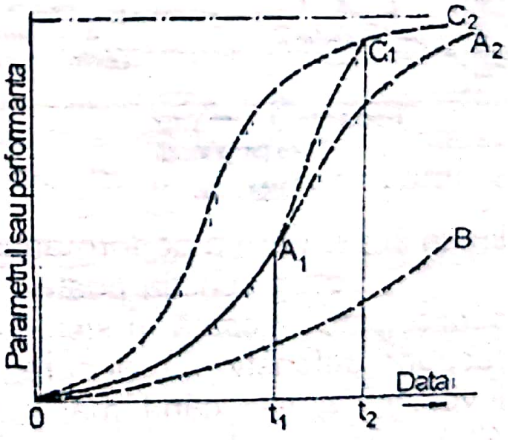


Fig.7.2. Căi posibile de progres (OA – rată medie de creştere; AB – rată scăzută de creştere)

Din punctul de vedere al aceluia care face prognoza la t_1 încercând să prezinte viitorul şi ştiind că progresul la zi a urmat calea OA_2, indicațiile arată o probabilitate ridicată de a descrie viitorul imediat pentru curba A_1A_2, cu excepția cazurilor în care el poate identifica în mod pozitiv un factor care ar putea cauza discontinuitate producând pornirea pe alt traseu. În practică astfel de situații nu sunt frecvente.

Apropierea de limita fizică nu înlătură necesitatea efectuării de prognoze, căci în astfel de momente poate apărea o nouă soluție tehnică sau tehnologică. Această nouă soluție va avea o limită fizică şi un potențial pentru progres ulterior diferite. Este probabil ca în final să înlocuiască soluția existentă într-un domeniu de aplicații, mai ales

Scanned with OKEN Scanner

atunci când se impun performanţe ridicate. Această soluţie dă naştere adesea unei succesiuni de curbe în interiorul unei curbe „înfăşurătoare" având de asemenea forma specifică, figura 7.3.

După cum ar fi de aşteptat, conform curbei în S alungit, o soluţie adoptată se dezvoltă iniţial în mod lent, datorită faptului că performanţele de început sunt probabil inferioare celor ale soluţiei existente. Dar atunci când performanţele celor două soluţii se apropie de acelaşi nivel, potenţialul mai ridicat al noii soluţii atrage un randament mai performant, mai ales atunci când a preluat conducerea şi când începe să se dezvolte exponenţial.

Nu există lege a naturii care să guverneze apariţia unei noi soluţii tehnice sau tehnologice. Există însă o limită fizică chiar şi pentru descoperirea de soluţii noi, fapt evidenţiat de către partea aplatizată a curbei „înfăşurătoare". Acest lucru prezintă însă managerului, care are în subordine colectivul de analiza valorii, posibilitatea de a se înşela în luarea de decizii. Experienţa în domeniu îi sugerează că încetinirea sau apropierea de limita naturală ar trebui să-l alerteze prevenindu-l de apariţia a ceva nou. Dar această reacţie corectă faţă de identificarea unei soluţii de înlocuire nu este lipsită de complicaţii.

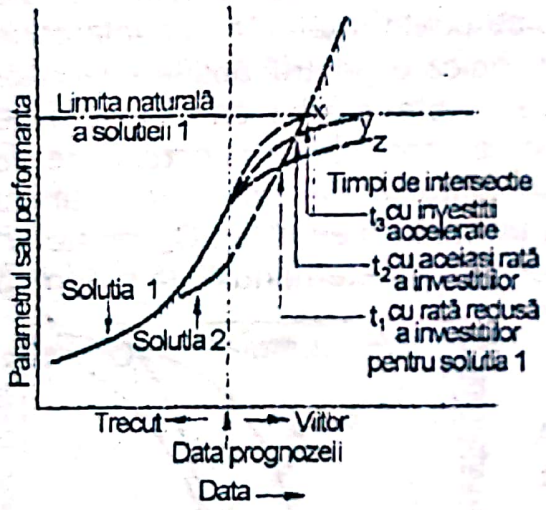


Fig.7.3. Efectul produs de către o soluţie în curs de apariţie asupra unei soluţii tradiţionale

Iniţial este de aşteptat ca efortul pentru elaborarea unei noi soluţii să fie transferat rapid către alte domenii şi că încercările de apropiere faţă de limita superioară a performanţelor soluţiei stabilite să se reducă.

Totuşi reacţia poate fi inversă în practică. O mare parte din capital este investită în sistemul existent. Pericolul poate impune un răspuns defensiv şi mai curând către o creştere şi nu o reducere a investiţiei atunci când mai rămâne un potenţial pentru dezvoltare. Acest lucru poate fi observat în figura 7.3 în care o soluţie deja consolidată (1) este ameninţată de către progresul tehnic şi tehnologic (2). Exploatarea tendinţelor din trecut sugerează un punct de intersecţie la momentul t_2, unde T reprezintă prezentul. În ciuda apropierii de limita naturală pentru (2) este încă posibil a se investi urmând mai curând calea Tx decât Ty, întârziind astfel punctul de intersecţie până la momentul t_3. În perspectiva timpului, întârzierea reprezentată de $t_2 - t_3$ este semnificativă, dar poate fi de mare importanţă pentru strategia pe termen scurt într-o activitate în care s-au făcut investiţii mari (1). Acest efect poate fi adesea observat în

Scanned with OKEN Scanner

practică. Un bun exemplu este considerat de înlocuirea combustibililor nucleari pentru generarea energiei electrice cu cei convenționali. Prognozele asupra punctului de intersecție pentru aceste două sisteme prin anii 1960 s-au dovedit prea optimiste. La acest fapt a contribuit în mare măsură progresul înregistrat în îmbunătățirile neașteptate ale performanțelor centralelor electrice convenționale, stimulate de pericolul prezentat de energia nucleară. Criza energetică de la începutul anilor 1970 a schimbat însă această stare de lucruri. De aici necesitatea de a identifica stimulentele care ar putea schimba nivelul de sprijin în direcționarea investigațiilor științifice și efectul pe care aceștia le-ar avea asupra ratei progresului. Aceste investigații științifice trebuie să evidențieze elementele esențiale privind performanțele noilor soluții tehnice și tehnologice, în contextul impactului acestora asupra mediului înconjurător, uman și natural.

7.2. Prognoza perfecționării parametrilor fundamentali ai funcțiilor principale ale produselor

Perfecționarea parametrilor fundamentali ai funcțiilor principale ale produselor se realizează, în general, prin intermediul lucrărilor de concepție. Fiecare lucrare de concepție reprezintă o activitate sistematică de cercetări științifice și de construcții experimentale. Rezultatele acestora se concretizează într-o machetă (adeseori funcțională) sau model pe baza căruia se realizează prototipul experimental al noului produs care se introduce în producția de serie sau de masă. Desfășurarea cercetărilor aplicative și a lucrărilor de concepție face posibilă înzestrarea departamentului desfaceri și deci a comerțului cu noi tipuri, perfecționate, de produse de consum, situate la un înalt nivel științific și tehnic, comparabile competitiv cu orice produs similar.

Dar, pentru realizarea lucrărilor de concepție sunt necesare nu numai cheltuieli însemnate de timp și mijloace materiale, ci și idei noi, care să influențeze esențial metodele de proiectare, să determine noi principii de proiectare și realizare a produselor. Toate aceste lucrări trebuie efectuate pe baza unei programări adecvate, luându-se în considerare prognozele cu privire la modificarea parametrilor fundamentali ai diferitelor tipuri de produse. Prognozele modificării parametrilor fundamentali ai produselor trebuie să constituie punctul de plecare pentru planificarea tematicii cercetărilor aplicative adecvate.

Prognozele de dezvoltare a tehnicii se pot întocmi pentru un termen scurt, mediu sau îndepărtat. Ele se bazează pe studierea situației existente la un moment dat în știință și tehnică și pe determinarea celor mai probabile tendințe ale dezvoltării acestora. Din acest motiv, prognozele cu privire la perfecționarea parametrilor

Scanned with OKEN Scanner

fundamentali ai funcţiilor produselor presupun efectuarea unui mare volum de confruntări de date şi evidenţierea celor mai probabile posibilităţi de dezvoltare a tehnicii. Prin urmare, prognoza dezvăluie alternativele progresului tehnic viitor.

La întocmirea prognozelor referitoare la perfecţionarea parametrilor funcţiilor principale ale produselor trebuie antrenaţi cei mai buni specialişti din domeniile corespunzătoare ale ştiinţei şi tehnicii. Cunoştinţele şi experienţa lor permit, înainte de toate, determinarea legăturilor care pot fi scontate în legătură cu parametrii fundamentali tehnico-economici ai noilor tipuri de produse şi cu domeniul de utilizare al acestora. Astfel, referitor la produsele bazate pe noile principii de generare a energiei electrice (termoelectrică, termotehnică, magnetohidrodinamică etc.), este important să se determine, în primul rând, modificarea unor asemenea parametri esenţiali ai acestora cum sunt puterea maximă şi randamentul. Pentru perspectiva de lungă durată trebuie să se precizeze, de asemenea, modificarea investiţiilor şi a cheltuielilor de exploatare, legate de introducerea noilor tipuri de produse. Trebuie să se ţină seama că la prognoza tehnicii noi se ivesc numeroşi factori care nu se supun evidenţelor, precum şi numeroase nedeterminări. De aceea , fiecare prognoză prevede, de regulă, valori limită inferioare şi superioare probabile de variaţie a parametrilor. Trebuie, de asemenea, să se evidenţieze tipurile de produse de cea mai mare perspectivă. Aceasta este destul de complicat. De aceea trebuie manifestată multă elasticitate în elaborarea şi aprecierea prognozelor. Noi descoperiri pot duce la dezvoltarea, în viitor, a tehnicii pe căi cu totul neprevăzute. Cu toate acestea, prognozele sunt necesare. Ele ajută la găsirea celor mai potrivite soluţii ale problemelor care stau în faţa de producţie şi prevăd atingerea unor perspective ce abia se întrezăresc. Imaginile viitorului, înfăţişate de prognoză, stimulează agenţii economici în a veni în întâmpinarea viitorului.

Pentru prognoza dezvoltării tehnicii prezintă o deosebită însemnătate cunoaşterea situaţiei şi a perspectivelor de dezvoltare a teoriei în domeniile legate de tehnica respectivă. "*La origine - spune Ştefan Bârsănescu – teoria înseamnă viziune, vederea unui spectacol, a unui fenomen. În mod curent, teoria e opusă practicii, într-un sens care lasă să se observe că ele se găsesc într-un raport de opoziţie. Furate de această convingere, unele spirite fac apologia practicei, criticând teoria şi teoreticul şi semnalând prezenţa lor ca pe o mare primejdie... Şi totuşi, pentru omul care reflectează, raportul teorie şi practică e cu totul altul. Teoria, ca viziune ideală a lucrurilor şi acţiunilor, înseamnă în fond proiectarea unei lumini, care deschide voinţei drumul ei de lucru şi odată cu aceasta, clarificarea pe care o aduce cu ea un spirit înseamnă o elegantă invitaţie la atitudine de om ce cugetă. Şi mai departe, teoria, clarviziune mintală a actelor*

noastre devine scânteie, care aprinde voința de a lucra". Luându-se drept bază cuceririle științei la un moment dat, prognoza dezvoltării tehnice se poate face pe mulți ani înainte. De exemplu, ideile noi care au apărut prin cercetarea unor fenomene care sec petrec în corpul solid, îmbunătățind esențial reprezentările referitoare la comportarea electronilor în cristale, au condus la crearea unor serii întregi de noi aparate electronice.

Noile date ale științei permit prognoza dezvoltării tehnicii. Aceasta se datorează faptului că crearea de noi tipuri de produse reprezintă valorificarea inginerească a noilor descoperiri științifice. Aici, un rol deosebit revine direcțiilor noi care apar în procesul dezvoltării științei și tehnicii. Ele deschid adeseori largi perspective cererii de produse noi. Când se face prognoza dezvoltării tehnicii trebuie să se țină seama și de proiectele care par fantastice la timpul respectiv. Dacă Napoleon accepta invenția americanului Fulton pentru construirea navelor acționate de forța aburilor sau Hitler accepta, în 1938, construirea avioanelor cu reacție, poate altul era cursul istoriei omenirii. Istoria științei și tehnicii confirmă faptul că toate ideile raționale și utile, fundamentale din punct de vedere teoretic, se vor realiza în mod obligatoriu, oricât de mari ar fi la momentul dat dificultățile tehnice legate de realizarea lor.

Mult mai complicată este prognoza modificării parametrilor fundamentali ai unei tehnici noi, create recent. Se prezintă, spre exemplu, în tabelul 7.4, prognoza cu privire la îmbunătățirea valorii parametrilor instalațiilor noi de generare a energiei electrice și previziunile referitoare la utilizarea acestora în anii 1980, 1990 și 2000. Desigur, datele ulterioare permit precizarea prezumțiilor făcute. Un mare interes îl prezintă graficele prin care se arată dinamica nivelului efectiv atins de către unul sau altul dintre parametrii produselor în anii anteriori și perspectivele modificării acestora în viitor, figura 7.4. Pe un astfel de grafic, în partea superioară, se trasează o linie orizontală pe care se înscrie timpul. În funcție de durata perioadei pentru care se face prognoza, pe axa absciselor se reprezintă sau diferiții ani (pentru prognoza operativă), sau un interval de 5 sau 10 ani (pentru prognoza de perspectivă). În cazul axei timpului se ia, de obicei, anul în care se efectuează prognoza. Este de preferat ca partea stângă și partea dreaptă a graficului să fie pe cât posibil egale ca durată. În astfel de cazuri, anul în care s-a efectuat prognoza (de exemplu 1995) împarte graficul în două părți egale: la stânga se află perioada trecută (de exemplu 1980-1995, iar la dreapta anii prognozei (de exemplu 1995-2010)). Pe axa ordonatelor se indică valorile parametrului asupra căruia se face prognoza.

Graficele devin deosebit de sugestive dacă variația parametrului examinat este exprimată în unități relative. În acest caz, valoarea efectivă a parametrului în anul în care se efectuează prognoza se ia egală cu unitatea. Dacă valoarea numerică a

Scanned with OKEN Scanner

parametrului creşte în perioada analizată, atunci, în sus, prin numere, se indică de câte ori creşte această valoare: 2, 3, 4 ori etc.

Tabelul 7.1

Estimări privind prognoza asimilării de produse noi

Denumirea indicatorului	Unitatea de măsură	Anii	Valoarea indicatorului în cazul diferitelor metode de generare a energiei electrice			
			Termo-electrică	Termo-ionică	Magneto-hidrodi-namică	Cu ajutorul pilelor de combustie
Puterea maximă a unui agregat	kW	1980	5	50 –100	100000	10
		1990	100	1000	500000	100
		2000	200	100000	750000	1000
Randamentul	%	1980	10	10	-	50
		1990	10	25	50	60
		2000	10	30-40	55-60	60
Investiţii ştiinţifice (fără costul transformării curentului continuu în curent alternativ)	$/kW	1980	1000-2000	-	-	200-300
		1990	500-1000	1000	150-350	100-200
		2000	200 – 500	200	120 -150	50-100
Ponderea în producţia totală de energie electrică		1980	-	-	Nesemni-ficativă	-
		1990	-	Nesemn ificativă	Sensibilă	Nesemnific ativă
		2000	Nesem-nificativă	Sensi-bilă	2-5%	□1%

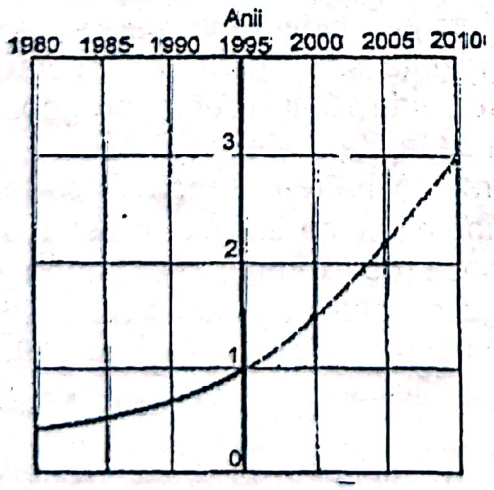


Fig.7.4. Graficul prognozei pentru un produs oarecare

Dacă parametrul dat se micşorează, atunci, în josul valorii sale actuale, luată drept unitate, se indică: 0,9; 0,8; 0,7; etc.

Pe grafic se arată variaţia unui parametru oarecare, de exemplu puterea unei maşini, vitezele de rotaţie, randamentul, greutatea etc. În acest caz, în partea stângă a graficului, printr-o linie plină, se trasează dinamica variaţiei efective a parametrului. Variaţia care se prevede, în partea dreaptă a graficului, se trasează

cu linie întreruptă. Pe astfel de grafice se poate reprezenta în mod sugestiv de câte ori s-a modificat valoarea numerică a parametrului dat în anii anteriori şi care sunt cele mai probabile ritmuri ale modificării sale în perspectivă. Pentru perfecţionarea produsului se delimitează, de obicei, câte cinci ani. Pe grafice pot fi prezentate nu numai îmbunătăţirea treptată a unuia sau altuia dintre parametrii, ci şi schimbările în salturi ale acestuia prin trecerea la soluţii prezumtive calitativ noi.

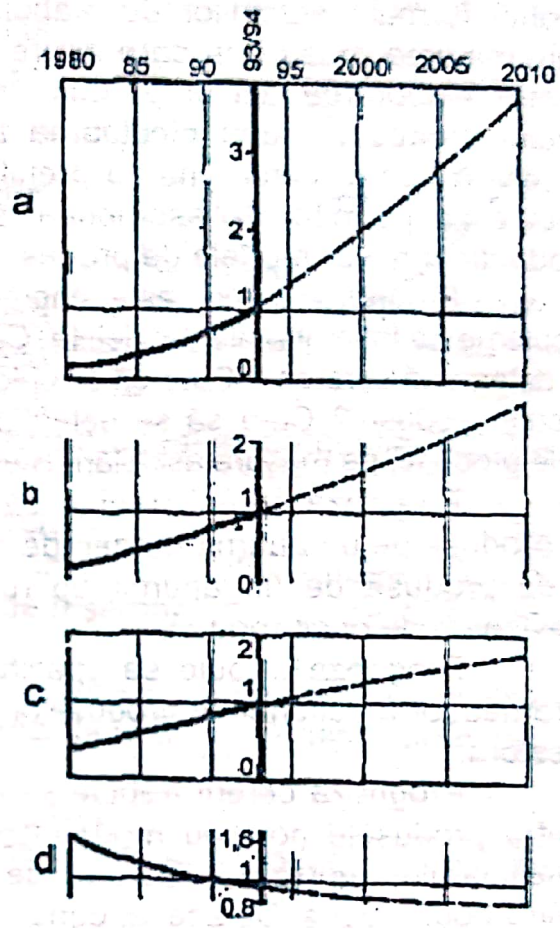


Fig.7.5. Reprezentarea grafică a rezultatelor prognozei în legătură cu modificarea unor indicatori im-portanţi ce caracterizează dez-voltarea aviaţiei civile

Pentru prognoze se folosesc şi grafice mai complicate, pe care se reprezintă concomitent variaţia câtorva parametri mai importanţi. Un exemplu de asemenea grafic complex este prezentat în figura 7.5. În aceasta este reflectată prognoza efectuată în anii 1993/1994 în legătură cu modificarea unor indicatori importanţi ce caracterizează dezvoltarea aviaţiei civile. În partea stângă este prezentată modificarea efectivă a indicatorilor din anul 1980 până în anii 1993/1994, iar în dreapta – prognoza până în anul 2010. Pe acest grafic se prezintă prognoza a patru indicatori: **a** – volumul transporturilor aeriene; **b** – capacitatea, în pasageri; **c** – intensitatea mişcării pe liniile aeriene; **d** – consumurile directe în exploatarea avionului. Drept unitate este luată valoarea fiecărui parametru în anii 1993/1994.

La stabilirea unei prognoze este importantă determinarea corectă a noilor probleme şi direcţii de dezvoltare ale domeniilor corespunzătoare tehnicii.

Trebuie să se evidenţieze la timp noile cerinţe care se impun faţă de produsele existente. De asemenea, trebuie avut în vedere că pe baza prognozelor se pot angaja cheltuieli importante de forţe de muncă, materiale şţi capital care presupun un efort important al agentului economic.

Scanned with OKEN Scanner

7.3. Factori care determină necesitatea diversificării şi îmbunătăţirii performanţelor produselor

Prognoza cererii de produse diversificate ca funcţiuni şi cu îmbunătăţiri ale performanţelor se efectuează în diferitele stadii ale tehnicii noi şi în scopuri diferite. Dacă prognoza se întocmeşte în scopul formării sarcinilor de elaborare a unu produs, ea ajută la determinarea măsurii în care apare raţională cheltuiala de mijloace pentru elaborarea acelui produs. În diferitele stadii ale elaborării noului produs şi după efectuarea acesteia, prognoza cererii este necesară pentru determinarea preţului tehnicii noi. Prognoza cererii trebuie să permită, de asemenea, stabilirea volumului necesar de producţie a noilor modele de produs.

Prognoza cererii este chemată să răspundă la o serie de probleme de însemnătate deosebită: Care sunt factorii cei mai importanţi ce determină cererea ? Cum să se calculeze în perspectivă necesarul de diferite produse ? Cum să se determine ritmurile reducerii preţurilor la noile produse, pe măsura asimilării acestora şi a creşterii producţiei lor ?

Prognoza cererii trebuie să evidenţieze necesarul probabil de produse de un anumit model (de exemplu, modele de televizoare) şi de produse de un anumit tip (de exemplu, necesarul total de televizoare de orice model).

Prognoza trebuie să specifice şi direcţiile de modificare a parametrilor funcţionali ai produselor existente, pentru modernizarea acestora.

Prognoza cererii trebuie să evidenţieze eficienţa economică pentru produsele noi sau modernizarea celor existente. Avantajele beneficiarului reprezintă factorul de bază care determină cererea pentru noul produs. De aceea, condiţia principală de asigurare a unui volum însemnat al cererii unui produs constă în eficienţa economică înaltă a acestuia. Eficienţa probabilă a tehnicii noi trebuie să fie determinată înainte de elaborarea acesteia. Analiza tehnico-economică permite să se facă o apreciere globală, în expresie monetară, a diferitelor avantaje şi dezavantaje pe care le prezintă fiecare produs de tip nou, să se examineze diferitele variante de construcţie a noilor produse şi să se aprecieze din punct de vedere economic eficienţa fiecăruia dintre aceste variante.

7.4. Preţurile pentru tehnica nouă – factor principal al influenţei cererii de produse noi

Alături de o calitate superioară şi de o siguranţă în funcţionare ale noilor tipuri de produse, preţurile scăzute constituie unul dintre cei mai de seamă factori care stimulează cererea. Nivelul preţurilor (z) influenţează însă în mod diferit producţia şi cererea,

Scanned with OKEN Scanner

figura 7.6. preţurile mici stimulează creşterea producţiei, însă reduce cererea. Această situaţie poate să conducă la un surplus de marfă.

Trebuie găsit acel optim al preţurilor care să cointereseze producătorul de tehnică nouă şi să stimuleze, în acelaşi timp, consumatorii la folosirea largă a acesteia. Chiar atunci când o tehnică nouă, mai perfecţionată, costă ceva mai mult, într-o serie de cazuri beneficiarii sunt dispuşi să o cumpere, datorită avantajelor pe care le prezintă. Ulterior însă, preţul noului produs scade simţitor, iar calitatea i se îmbunătăţeşte.

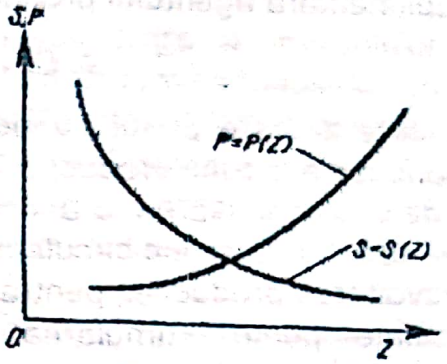


Fig.7.6. punerea de acord a opţiunilor producătorului şi beneficiarului

Dacă cererea condiţionează oferta, la rândul ei, oferta provoacă cererea. Preţurile z_2 ale unui produs nou depind în mod esenţial de volumul anual al producţiei (Q_{a2}) a acestuia:

$$Z_2 = Z_2(Q_{a2})$$

şi, până în momentul în care volumul producţiei anuale, Q_{a2}, a produsului nou nu devine suficient de însemnat, preţul acestuia z_2 se menţine destul de ridicat.

Cu cât numărul anilor T_{v2} în care se fabrică noul produs este mai mare, cu atât se asimilează mai bine şi se lărgeşte producţia acestuia.

$$Q_{a2} = Q_{a2}(T_{v2})$$

Prin urmare, preţul unei unităţi din noul produs, z_2, depinde de numărul anilor T_{v2} de fabricaţie:

$$z_2 = z_2(T_{v2})$$

Astfel, la începutul fabricaţiei tranzistorilor (adică $T_{v2} = \mathbf{min}$) preţul acestora a fost foarte ridicat ($z_2 = \mathbf{max.}$). Din acest motiv, tranzistorii se foloseau, la început, numai în aparatura cea mai importantă; nimeni nu-l folosea atunci la produse de uz casnic. După trecerea unui anumit timp, fabricaţia tranzistorilor a fost bine asimilată, volumul producţiei a crescut brusc, iar preţurile au scăzut simţitor. Ca urmare, a devenit posibilă folosirea pe scară tot mai largă a tranzistorilor.

Un preţ relativ mai ridicat la produsele noi, în prima perioadă a fabricării acestora ($T_{v2} = \mathbf{min.}$), se justifică în întregime din punct de vedere al intereselor generale ale economiei. Asimilarea noii producţii este legată de dificultăţi şi cheltuieli mari. Preţul z_2 ridicat stimulează unitatea producătoare pentru asimilarea noului produs. Astfel, în perioada de început, $T_{v2} = \mathbf{min.}$ când fabricarea noilor produse este în faza de asimilare, acestea se livrează în cantităţi reduse, $Q_{a2} = \mathbf{min.}$ din acest motiv, noul produs nu poate satisface de la bun început

Scanned with OKEN Scanner

interesele beneficiarului. El trebuie să ajungă, în primul rând, la acei beneficiari pentru care folosirea noii tehnici este mai eficientă, cu toate că are un preţ ridicat. Tocmai preţul ridicat al unui produs dat condiţionează posibilitatea achiziţionării acestuia la început nu de către toţi beneficiarii, ci de către unii dintre ei, pentru care folosirea lui cea mai eficientă.

În prima perioadă de fabricare a noilor produse, preţul lor relativ ridicat trebuie să fie stabilit astfel încât să asigure o rentabilitate suplimentară agentului producător:

$$z_2 = c(1+\rho_i)(1+\Delta\rho_i)$$

în care z_2 este preţul cu ridicata al noului produs; **c** – costul de fabricaţie al noului produs; ρ_i – nivelul rentabilităţii, prin care se are în vedere compensarea la agentul producător a plăţii pentru mijloacele de bază şi mijloacele circulante normate şi formarea de fonduri pentru dezvoltarea producţiei, pentru acţiuni social-culturale şi construcţia de locuinţe, pentru stimularea materială a lucrătorilor; $\Delta\rho_i$ – nivelul rentabilităţii suplimentare a produsului dat pentru agentul producător, care se ia în considerare la stabilirea preţului.

Rentabilitatea suplimentară $\Delta\rho_i$ care se include în preţul noului produs, trebuie să fie proporţională cu rentabilitatea suplimentară $\Delta\rho_e$ pe care o asigură noul produs în exploatarea lui:

$$\Delta\rho_i \square \Delta\rho_e$$

Rentabilitatea suplimentară a agentului producător, calculată pentru un produs, poate fi exprimată prin relaţia:

$$\Delta\rho_i = \frac{\Delta b_i}{z_p}$$

sau:

$$\Delta\rho_e = \frac{\Delta b_e}{z_p}100\%$$

în care Δb_i este beneficiul suplimentar al agentului producător, care se include în preţul unui produs; z_p – preţul prealabil al produsului, calculat fără a se ţine seama de rentabilitatea suplimentară.

Raportată la un produs, rentabilitatea suplimentară ce revine beneficiarului care exploatează produsul reprezintă:

$$\Delta\rho_e = \frac{\Delta b_e}{z_p}1/an$$

sau:

$$\Delta\rho_e = \frac{\Delta b_e}{z_p}100\%/an$$

Scanned with OKEN Scanner

în care Δb_c reprezintă beneficiul suplimentar anual net, care se obține în procesul de exploatare a produsului dat, în u.m/an/buc.

Beneficiul suplimentar net Δb_c trebuie repartizat între agentul producător şi agentul beneficiar care exploatează produsul. Agentul producător poate include în preț o rentabilitate suplimentară de ordinul:

$$\Delta\rho_i = \omega_i . \tau_n . \Delta\rho_e \%$$

în care τ_n este termenul normat de recuperare a investițiilor suplimentare în domeniul în care are loc exploatarea produsului, în ani; ω_i este un coeficient care determină a câta parte din rentabilitatea suplimentară, ce se obține în procesul de exploatare a produsului trebuie inclusă în rentabilitatea suplimentară, ce se obține în procesul de exploatare a produsului trebuie inclusă în rentabilitatea agentului producător sub formă de adaos la prețul z_p.

În funcție de importanța mărimilor $\Delta\rho_e$, τ_n, ω_i se determină mărimea $\Delta\rho_i$, care trebuie să fie inclusă în prețul noului produs, tabelul 7.2.

Tabelul 7.2

Valori recomandate pentru rentabilitatea suplimentară a produselor noi

Rentabilitatea suplimentară a produsului în exploatare $\Delta\rho_e$ în %/an	20	40	50	50	65
Termenul normat de recuperare în domeniul în care se exploatează acest produs, τ_n, ani	5	5	5	7	7
Coeficientul ce caracterizează partea din rentabilitatea suplimentară care se include în rentabilitatea agentului producător, ω_i	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Rentabilitatea suplimentară ce se include în prețul produsului, $\Delta\rho_i$, în %	40	80	100	140	182

Beneficiul suplimentar net (profitul) Δb_c care se obține în procesul de exploatare a produsului de tipul cel mai nou, va fi astfel în mod echitabil distribuit între producător şi beneficiar.

Prețul maxim admisibil z_2 , în prima perioadă de fabricație a noului produs, trebuie să satisfacă condiția:

$$z_2 \leq z_1 + \tau(E_1 - E_2)$$

în care z_1 este prețul produsului de model anterior, în momentul apariției produsului de tip nou; E_2 – cheltuielile anuale de exploatare a produsului model nou în acel domeniu în care utilizarea acestuia este

Scanned with OKEN Scanner

cea mai eficientă, în primul moment; E_1 – cheltuielile anuale de exploatare a produsului de model anterior, în acelaşi domeniu.

Relaţia de calcul de mai sus este valabilă pentru cazul în care diferenţa dintre investiţiile aferente tipurilor compatibile de produse este condiţionată numai de diferenţa dintre preţurile acestora. Dacă însă un produs nou permite să se economisească şi investiţii în anumite elemente ale fondurilor de bază (de exemplu, la costul echipamentului auxiliar), atunci preţul maxim admisibil, în prima perioadă de fabricaţie, trebuie să satisfacă condiţia:

$$z_2 \leq z_1 + \Delta K_e + \tau_n (E_1 - E_2)$$

în care ΔK_e este economia de investiţii ce se obţine ca urmare a introducerii produsului de tip nou.

Natural, pe măsura lărgirii volumului producţiei noului produs, preţul acestuia trebuie să scadă. Reducerea preţurilor cu ridicata constituie o nivelare legică a raportului dintre costul de fabricaţie şi preţul lui de vânzare.

7.5. Selectarea şi evaluarea soluţiilor elaborate la analiza valorii

În principiu, în practica tehnico-economică, se elaborează mai multe soluţii pentru rezolvarea unei probleme. De aceea, este necesar să se apeleze la anumite criterii pentru alegerea soluţiei optime, atât din punct de vedere tehnic, cât şi economic.

Există diferite tehnici de evaluare a soluţiilor elaborate. Cea mai simplă, dintre acestea, constă în a întocmi o listă de verificare a tuturor criteriilor care trebuie luate în considerare la evaluarea unei soluţii (proiect). Acest fapt asigură ca nici un criteriu să nu fie neglijat deşi evaluarea multora dintre ele poate fi dificilă la momentul selectării iniţiale a proiectului. O asemenea listă este prezentată în tabelul 7.3.

Lista de criterii de verificare a soluţiilor elaborate la analiza valorii, din tabelul 7.3, nu este completă şi absolută pentru o aplicare universală. Ea, însă, cuprinde criterii care prezintă un grad înalt de generalitate. La această listă se pot adăuga şi alte criterii concrete, particulare, în concordanţă cu produsul sau activitatea analizată.

Tabelul 7.3

Listă de verificare a criteriilor de evaluare a soluţiilor la analiza valorii

A. Obiectivele strategice, politice şi valori pentru corporaţie
1. Este compatibilă cu strategia curentă şi cu planul de perspectivă ale companiei ?
2. Poate potenţialul său să garanteze o modificare a strategiei curente ?

Scanned with OKEN Scanner

3. Există consecvență cu „imaginea" companiei ?
4. Coincide cu atitudinea corporației față de risc ?
5. Coincide cu atitudinea corporației față de inovări ?
6. Satisface cerințele corporației privind angrenarea în timp ?

B. Criterii legate de marketing

1. Vine în întâmpinarea unei cerințe bine definite a pieței ?
2. Care este estimația mărimii pieței de desfacere ?
3. Care este divizarea estimată a pieței ?
4. Care este durata estimată de viață a produsului ?
5. Care este probabilitatea succesului comercial ?
6. Care este volumul probabil al vânzărilor (bazat pe elementele de la punctele 2 şi 5 ?
7. Care este scala de timp şi relația cu planul de desfacere ?
8. Care va fi efectul asupra produselor curente ?
9. Care este estimația prețului de vânzare a produsului şi probabilitatea de acceptare a acestuia de către clienți ?
10. Care este poziția în raport cu concurența ?
11. Care este compatibilitatea cu canalele de distribuție existente ?
12. Care sunt estimațiile costurilor de lansare pe piață ?

C. Criterii de cercetare şi dezvoltare

1. Soluția adoptată este compatibilă cu strategia companiei pentru cercetare şi dezvoltare ?
2. Dacă este necesar, justifică potențialul său o eventuală schimbare a strategiei de cercetare şi dezvoltare ?
3. Care este probabilitatea unui succes tehnic ?
4. Care este costul şi timpul necesar pentru asimilarea în producția curentă a soluției adoptate ?
5. Care este situația brevetelor ?
6. Care este disponibilitatea resurselor de cercetare şi dezvoltare ?
7. Care sunt posibilele elaborări de viitor ale produsului şi viitoare aplicații ale noii tehnologii generate de soluția constructivă adoptată ?
8. Care este efectul asupra altor proiecte ?
9. Care este efectul asupra mediului înconjurător ?

D. Criterii financiare

1. Care sunt costurile impuse pentru cercetare şi dezvoltare a produselor pe baza soluției adoptate ?
2. Care sunt investițiile stimate pentru procesul de producție ?
3. Care sunt investițiile estimate pentru marketing ?
4. Care este disponibilitatea mijloacelor financiare corelată cu scala de timp ?

Scanned with OKEN Scanner

5. Care este efectul asupra altor proiecte ce necesită mijloace financiare pentru cercetare, dezvoltare şi asimilare ?
6. Care este estimaţia momentului amortizării investiţiilor şi valoarea negativă maximă a fluxului monetar ?
7. Care este beneficiul anual potenţial şi scala de timp ?
8. Care este marginea de profit preliminată ?
9. Care este încadrarea în criteriile pentru efectuarea de investiţii de către companie ?

E. Criterii de producţie

1. Ce procese de producţie noi sunt implicate de adoptarea soluţiei la analiza valorii ?
2. Care este disponibilitatea personalului necesar fabricării produsului (număr şi calificări) ?
3. Care este compatibilitatea cu capacitatea existentă ?
4. Care este costul şi disponibilitatea materiilor prime ?
5. are este costul fabricaţiei ?
6. Care sunt eventualele cerinţe pentru facilităţi suplimentare ?
7. Care este securitatea fabricaţiei ?
8. Care este valoarea nou creată ?

Evaluare / Criterii din grupa	Foarte bun	Bun	Mediu	Slab	Foarte slab
A					
(1)					
(2)					
(3)					
(4)					
B					
(1)					
(2)					
(3)					
(4)					
(5)					
(6)					
(7)					
etc					

Fig.7.7. Profilul proiectului

Scanned with OKEN Scanner

La elaborarea listei concrete de verificări se are în vedere şi profilul proiectului, unde fiecare dintre criterii este evaluat prin comparare cu o **performanţă standard**, figura 7.7.

Pentru completarea profilului trebuie considerat fiecare element în parte pe baza unei analize cantitative (acolo unde este posibil) şi prin compararea printr-un mecanism de înţelegere mai mult sau mai puţin riguros a ceea ce constituie „foarte bun", „bun" etc. Ajungându-se la această etapă, unele colective ce utilizează profile ale proiectelor sunt tentate să adauge un nu8măr de cruciuliţe sau alte semene adecvate în fiecare coloană pentru a da o apreciere cantitativă globală asupra proiectului. Acest fapt, însă, poate fi înşelător din următoarele motive:

- unele criterii sunt de o importanţă majoră, de exemplu un „foarte slab" la situaţia brevetelor ar trebui să conducă în mod normal la respingerea proiectului, indiferent de celelalte calităţi ale sale;
- unele criterii sunt mai importante decât altele pentru succesul unui proiect; acest fapt nu se reflectă într-un profil în care fiecare element are pondere egală.

O îmbunătăţire este posibilă prin a concepe un sistem bazat pe indici de calitate (de performanţă), în care fiecărui element îi este acordată o pondere conform importanţei lui şi fiecărui grad de evaluare îi este acordată o valoare, figura 7.8.

Grupa şi criteriul	Ponderea importanţei factorului	Evaluare în raport cu standardul					Indice de performanţă al elementului
		Foarte bun 5	Bun 4	Mediu 3	Slab 2	Foarte slab 1	
A							
1	10	5					50
2	8		4				32
3	8				2		16
4	9		4				36
B							
1	10			3			30
2	6					1	6
etc.							
Total – indice global de performanţă							627

Fig.7.8. Calculul Indicelui de performanţă

Calculul conduce la un indice de calitate a cărui funcţie este aceea de a da o indicaţie asupra „valorii" proiectului. Deşi un indice de calitate conduce la un criteriu simplu cantitativ pentru proiect se poate pune întrebarea cât de utilă este indicaţia dată asupra calităţii reale a proiectului. Sunt implicate atât de multe aprecieri subiective în

Scanned with OKEN Scanner

stabilirea ponderilor – evaluarea soluției are loc în raport cu fiecare factor, alocarea unei valori numerice fiecărui nivel este arbitrară (adică foarte bun – 5, foarte slab – 1) – încât sistemul este probabil de mică valoare reală, deşi suporterii săi susțin că, atunci când indicele de calitate final este interpretat cu grijă acesta focalizează atenția asupra considerațiilor de mai sus.

În practică se utilizează multe alte tehnici de evaluare, majoritatea dintre acestea utilizând un număr redus de factori cantitativi. Trebuie avut în vedere că nici un sistem de evaluare globală nu poate combina avantajos simplitatea cu precizia. De asemenea, nici o procedură nu poate înlătura incertitudinile inerente în informațiile disponibile sau să elimine necesitatea evaluării proprii, evaluare influențată în mod inevitabil de atitudinile personale față de soluția adoptată.

În concluzie, trebuie avut în vedere că nici o tehnică nu poate înlocui activitatea managerului; totuşi, acesta trebuie să utilizeze orice procedură pe care o consideră ca fiindu-i de folos în formarea unei păreri.

7.6. Evaluarea financiară a soluțiilor adoptate la analiza valorii

Investițiile în progresul tehnic şi tehnologic constituie unul din numeroasele moduri în care activitatea economică îşi poate utiliza resursele financiare. De aici necesitatea unei analize competente a eficienței costurilor estimate de soluțiile adoptate la analiza valorii.

În principiu, evaluarea financiară a rentabilității investițiilor în tehnica nouă, prin analiza valorii produselor şi activităților, trebuie să satisfacă aceleaşi criterii financiare pe care corporația le aplică celorlalte utilizări de fonduri care au un termen lung de amortizare.

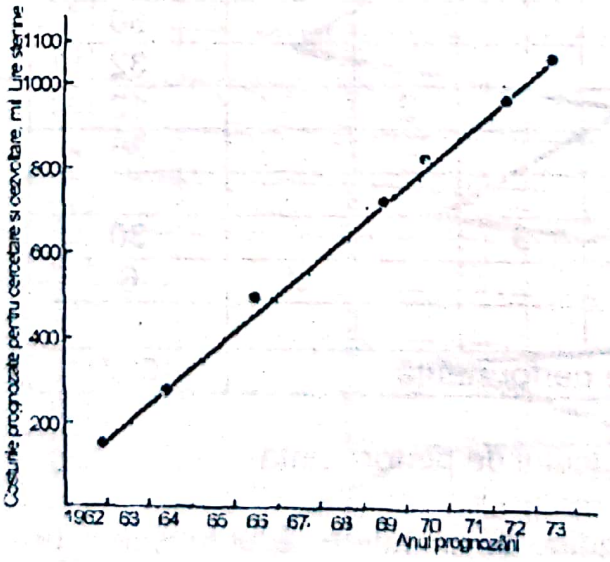


Fig.7.9. Escaladarea prognozelor costurilor pentru cercetare şi dezvoltare în cazul avionului supersonic Concorde

Din acest punct de vedere ea este foarte asemănătoare unei investiții de capital pe termen lung, ori de aici erori însemnate la estimarea eficienței investiției de capital în asimilarea soluțiilor preconizate la analiza valorii. Simplul argument că fără o investiție în progresul

tehnic al produselor şi activităţilor tehnice şi tehnologice n-ar fi existat un nou produs şi, în consecinţă, nici profit de pe urma lui, are anumite justificări. Dar este imposibil să se determine dacă aceeaşi bani ar fi putut fi investiţi mai rentabil în altă parte sau dacă ar fi trebuit folosiţi pentru elaborarea unui produs complet nou.

Dificultatea evaluării eficienţei financiare a soluţiilor adoptate la analiza valorii rezultă din faptul că, aşa cum s-a specificat anterior, este imposibilă o evaluare corectă a performanţelor tehnice şi tehnologice ale soluţiilor respective şi, ca atare, este imposibilă şi măsurarea performanţei financiare de ansamblu cu un anumit grad de precizie pe care contează cel ce face această evaluare. Este, în fond, o prognoză financiară şi ca orice prognoză, le evaluarea dizirabilităţii unor soluţii tehnico-funcţionale trebuie ţinut cont de rezultatele obţinute în urma unor studii asupra preciziei prognozelor. Acestea arătând clar că:

- Prognozele sunt aproape întotdeauna optimiste;
- Cu cât este mai mare progresul tehnic şi tehnologic implicat, cu atât este mai gravă subestimarea costurilor implicate.

Aceste constatări nu sunt surprinzătoare. Pentru justificare se prezintă câteva exemple, pe baza datelor publicate de realizări reale în tehnica de vârf actuală. Astfel, se citează faptul că costurile medii de elaborare pentru douăsprezece avioane şi ale proiectelor acestora ca fiind de 3,2 ori mai mari decât cifrele estimate. O analiză asupra acestor evaluări asupra proiectelor pentru avioanele militare ale SUA a stabilit că rapoartele dintre costurile de producţie şi valorile estimate anterior elaborării erau de 1,7 pentru avioane de vânătoare, 3 pentru bombardiere şi 4,9 pentru rachete. În figura 7.9 se prezintă un exemplu asupra căruia s-a făcut mare vâlvă, şi care nu este netipic, şi anume, cazul avionului supersonic Concorde pentru care costurile estimate pentru cercetare şi dezvoltare au escaladat aproape liniar de la 150 milioane lire sterline în noiembrie 1962, la 1065 milioane lire sterline în iunie 1973.

O creştere a precizie estimaţiilor privind eficienţa financiară a soluţiilor elaborate la analiza valorii se poate obţine prin:

- **Acordarea importanţei corespunzătoare estimărilor.** Aceasta înseamnă alocarea de resurse pentru estimări.
- **Studierea rezultatelor din trecut.** Aceste studii vor indica gradul probabil de precizie a estimării în dependenţă de tehnologie, tipul proiectului şi gradul de noutate.
- **Analiza cauzelor care au condus la erori.** Astfel se va îmbunătăţi evaluarea prin:

•• scoaterea în evidenţă a relaţiilor dintre cost şi performanţa tehnologică;

•• îmbunătăţirea procesului de apreciere de către cei ce fac estimările, care pot învăţa din propriile greşeli din trecut şi care vor fi, de asemenea, mai conştiincioşi la efectuarea estimărilor atunci când

Scanned with OKEN Scanner

conştiinţa faptului că deciziile care le iau sunt ulterior supravegheate şi analizate.

• **Evitarea unor aprecieri deformate** prin aplicarea unor presiuni nedorite cu scopul de a reduce cifrele cuprinse în estimări.

• Ori de câte ori este posibil, să se ceară **mai multe prognoze efectuate independent** în vederea minimizării efectului produs de înclinaţiile personale ale celor ce le elaborează.

La aprecierea acestor prognoze trebuie avut în vedere că orice decizie aferentă activităţilor economice implică un anumit risc. Există un anumit risc al succesului tehnic evaluat prin probabilitatea P_t şi un risc comercial evaluat prin probabilitatea P_c. Ca urmare, riscul ca investiţia să se piardă va fi: $(1 - P_t x P_c)$. Totuşi, riscul poate fi considerat ca fiind format din două părţi: în primul rând costul pentru analiza realizabilităţii înmulţit cu $(1 - P_t)$ şi apoi costul după ce realizabilitatea este stabilită înmulţit cu $(1 - P_c)$ a soluţiilor adoptate la analiza valorii. În cazurile în care investiţia de capital are valoare redusă proiectele pot fi comparate pur şi simplu prin modificările raportului între beneficiul aşteptat B şi cost C pentru a se ţine seama de riscul de ansamblu. Astfel, se obţine un indice de performanţă de forma:

$$I = \frac{B}{C} \times P_t \times P_c$$

Pentru un proiect mare care absoarbe o cantitate substanţială de resurse ale companiei consideraţiile sunt diferite. Riscul major privind compania în acest caz poate izvorî din escaladarea costurilor de elaborare către o cifră depăşind resursele financiare ale companiei. Aceasta este o cauză comună a insucceselor datorate tehnologiei, conducând la falimentul companiei. Acest lucru se poate întâmpla chiar atunci când raportul dintre beneficiul aşteptat şi cost rămâne deosebit de favorabil în ciuda creşterilor costurilor de elaborare.

Întrucât la analiza valorii se elaborează deseori mai multe soluţii tehnico-funcţionale, au fost concepute numeroase relaţii de calcul având drept scop combinarea într-un indice de performanţă a unui număr de criterii pentru selectarea proiectelor, permiţând astfel compararea pe o bază comună a acestora. Astfel, se propun doi indici: unul referitor la profit, celălalt referitor la risc, pentru obţinerea cărora se combină toţi acei factori consideraţi semnificativi pentru o decizie referitoare la proiect.

Primul indice se determină cu expresia:

$$\textbf{Indice de calitate (profit)} = \frac{(M_t + M_b) \times E \times P_s \times P_p}{C_d + J} \times S$$

în care: M_t – calitatea tehnologică; M_b – calitatea economică; E – estimarea câştigurilor totale pe durata de viaţă a produsului; P_s –

probabilitatea succesului proiectului; P_p – probabilitatea unei penetrări de succes pe piață; S – concordanța strategică a proiectului presupus cu alte proiecte, produse și alte piețe; C_d – costul total al elaborării incluzând capitalul necesar lansării pe piață și alte facilități; J – un factor de economii rezultând din utilizarea în comun a facilităților existente și a capacităților.

Al doilea indice se determină cu expresia:

$$\text{Indice de performanță (risc)} = \frac{C_{ar}}{FM_p}$$

în care: C_{ar} – costul total pentru cercetarea aplicativă (tehnologică); F – costul total al facilităților de implimentare, personal etc: M_p – indice de performanță (profit).

După cum se observă, în aceste expresii se combină atât factori pentru care se poate face o estimare pur cantitativă, cât și aprecierile subiective cu aspect calitativ ca de pildă concordanța strategică.

De cele mai multe ori nu se fac încercări de a încorpora în expresii de calcul factori calitativi. În acest sens, se propune, de exemplu, următorul indice bazat numai pe considerații financiare și probabilități ale succesului:

$$\text{Indicele proiectului (beneficiu : cost)} = \frac{S \times P \times p \times t}{100\,c}$$

în care: S – volumul de vârf al vânzărilor (unități monetare/an); P – profitul net din vânzări (%); p – probabilitatea de succes pentru soluțiile adoptate (pe o scală de la 0 – imposibil la 1 – cu siguranță); t – factorul de reducere planificare în timp (ani); c – cost ulterior adoptării soluțiilor elaborate (unități monetare).

Utilitatea acestor formule depinde, evident, de validitatea datelor asupra cărora se aplică.

7.7. Programarea calendaristică a etapelor pentru realizarea produselor noi

Pentru a urmări concretizarea soluțiilor preconizate la analiza valorii, recomandate de îmbunătățirea performanțelor produselor industriale, se întocmește un grafic calendaristic de urmărire a lucrărilor experimentale în care trebuie să se specifice nomenclatura și succesiunea diferitelor operații, volumul probabil, durata și costul lucrărilor.

Întocmirea nomenclaturii operațiilor este precedată, de regulă, de stabilirea numărului optim de etape ale elaborării lucrărilor și fixarea în timp a acestora, fapt care este strâns legat de termenul final planificat pentru realizare. Dacă pentru elaborare se repartizează un timp limitat, atunci

Scanned with OKEN Scanner

unele etape se unesc între ele. Se determină apoi etapele care pot fi efectuate paralel.

Diferitele variante de desfăşurare a unei lucrări se reflectă în costul şi durata acesteia. Fiecare dintre variante se caracterizează, de asemenea, printr-un anumit risc. Dacă etapele lucrării se îndeplinesc consecutiv, riscul se dovedeşte în acest caz minim. La o astfel de organizare, se garantează cea mai mare probabilitate de realizare cu succes a lucrării. În multe cazuri apare însă necesitatea de a se reduce termenele de execuţie a lucrării, ceea ce se realizează prin excluderea unor studii de sine stătătoare şi introducerea paralelismului posibil în desfăşurarea diferitelor etape. Ca urmare a unei astfel de măsuri pot să crească însă costul şi riscul lucrării. Sunt şi cazuri în care, uneori, costul lucrării nu creşte, ba chiar scade şi totuşi riscul poate să crească. Acest lucru se poate vedea din următorul exemplu. În tabelul 7.4 sunt prezentate trei variante ale elaborării de lucrări experimentale şi indicatorii de bază ai acestora: costul, durata şi riscul.

În primele două variante, lucrarea este divizată în şapte stadii, care include **analiza(A), machetarea (M), construcţia (C), elaborarea desenelor (D), producţia (P_r), probele (P_{b1}) tip şi încercarea(P_{b2}) în timpul exploatării.** Cea de a treia variantă conţine numai cinci stadii. În scopul accelerării lucrărilor, din această variantă sunt excluse analiza şi probele tip ca stadii de sine stătătoare. Cea de a doua variantă se caracterizează prin cel mai mare paralelism în realizarea diferitelor etape. În felul acesta alegerea variantei optime de organizare a elaborării unei lucrări experimentale depinde de termenul fixat pentru realizarea acesteia şi este determinată, de asemenea, de riscul şi costul lucrărilor.

Termenele de execuţie a unor lucrări experimentale trebuie fundamentate în mod multilateral. Reducerea arbitrară a acestor termene poate fi urmată de un mare risc. Trebuie să tindă ca volumul de finanţare a activităţilor de înnoire a produselor care implică cheltuieli de cercetare, proiectare, construcţii experimentale etc., să nu fie supuse unor modificări bruşte. Reducerea bruscă şi pronunţată a volumului de finanţare poate duce la micşorarea potenţialului creativ pentru tehnica nouă, iar o mărire substanţială a finanţării poate să fie nejustificată, neexistând un potenţial creativ corespunzător care să justifice creşterea volumului de finanţare a tehnicii noi.

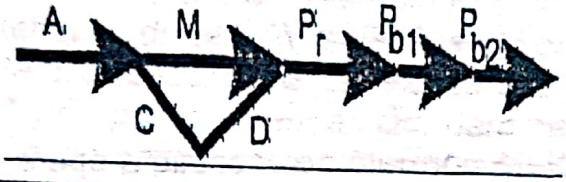
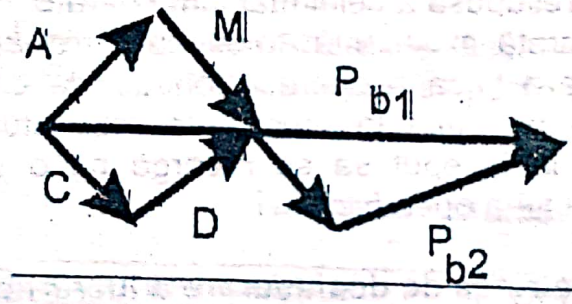
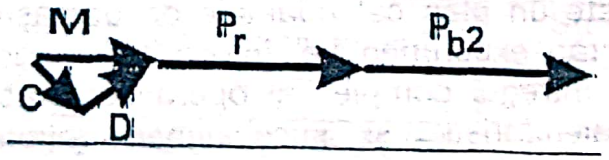
Întocmirea planului-grafic calendaristic este precedată de evidenţierea tuturor operaţiilor de elaborare a lucrărilor experimentale date. Nomenclatura acestora trebuie să fie determinată de acele sarcini de a căror realizare sunt responsabilităţi precise individuale şi colective mici, privind specialiştii în domeniu. Ea se întocmeşte de executanţii nemijlociţi ai lucrărilor. Lucrările se divid pe elemente de execuţie separate astfel ca gradul de detaliere al acestora să fie optimă. La efectuarea acestor detalieri este important să se formuleze

Scanned with OKEN Scanner

clar conţinutul fiecăreia dintre ele, să se definească condiţiile iniţiale de execuţie şi rezultatele finale.

Tabelul 7.4

Etapizarea operaţiilor tehnologice de modernizare a produselor noi

Nr. Variabilei	Variante de organizare şi desfăşurării elaborării	Costul (în unităţi relative)	Durata (în unităţi relative)	Riscul
1		100	100	Cel mai mic
2		125	75	Mijlociu
3		85	65	Cel mai mare

Graficul tip este oarecum un şablon sau un model. El stabileşte operaţiile care trebuire efectuate pentru elaborarea produsului nou, precum şi legăturile şi condiţionările reciproce ale acestor operaţii, începând cu momentul apariţiei noii idei tehnice şi terminând cu execuţia propriu-zisă a modelului produsului. La evaluarea volumului, costului şi duratei calendaristice de execuţie a diferitelor operaţii se ţine seama de experienţa acumulată la realizarea de lucrări analoage. Dacă o lucrare a avut un prototip suficient de asemănător, se pot stabili suficient de exact volumul manoperei necesare, costul şi durata execuţiei.

Scanned with OKEN Scanner

Însă, deseori durata operațiilor nu poate fi determinată dinainte cu o precizie acceptabilă din care motiv se recomandă folosirea calculului probabilităților. Această metodă se bazează pe faptul că cei care conduc lucrările recurg nu la una, ci la trei aprecieri asupra timpului de execuție a fiecărei operațiuni, în condițiile unei valori normale a acesteia: cea mai probabilă, cea mai mică şi cea mai mare. Cea mai probabilă apreciere a timpului necesar constă în determinarea acestuia admițându-se, pe de o parte, că lucrarea nu se va dovedi mai uşoară decât se presupune. Cel mai scurt termen se determină admițându-se că elaborarea va decurge cu mai mult succes decât cel care se aşteaptă. Cel mai lung timp al elaborării presupune evidența tuturor întârzierilor posibile şi a complicațiilor neprevăzute. Pe baza acestor trei aprecieri se determină timpul cel mai probabil de execuție a fiecărei lucrări:

$$T_n = \frac{T_m + 4.T_p + T_M}{6}$$

în care T_n este durata scontată normală de execuție a operației; T_m – aprecierea aproximativă a duratei minime; T_p – durata cea mai probabilă; T_M – mărimea presupusă a celei mai lungi durate.

Însă, după cum arată experiența, folosirea a trei aprecieri asupra duratei de execuție a fiecărei operații conduce la dificultăți suplimentare şi contribuie pe puțin la precizarea rezultatului. De aceea, se recomandă de la început să se meargă pe o singură apreciere a duratei de execuție a operațiilor.

7.8. Graficele-rețea de desfăşurare a lucrărilor experimentale

Graficul-rețea este un plan calendaristic de desfăşurare a unei elaborări de noi lucrări experimentale, întocmit sub formă de rețea. El reflectă intuitiv întregul complex al operațiilor stabilite la întocmirea graficului calendaristic şi succesiunea rațională a executării acestora. Graficul-rețea oferă posibilitatea de ase vedea legăturile şi dependențele dintre toate lucrările de realizare a proiectului, de a se reprezenta imaginea completă a stadiului în care se află elaborarea lucrării la un moment dat şi de a se determina influența uneia sau alteia dintre schimbări asupra tuturor celorlalte elemente ale graficului general al lucrărilor în cauză.

Graficele-rețea se construiesc pe bază de informații de ansamblu şi de detaliu. În acelaşi timp, ele oferă o informație prețioasă. Analiza graficului permite să se scoată în evidență diferențele care pot să apară pe parcursul executării lucrărilor, strangulările şi necorelările în repartizarea resurselor, precum şi să se predetermine data încheierii lucrărilor. Folosirea graficelor-rețea

Scanned with OKEN Scanner

constituie un pas pe calea creării sistemelor automatizate de conducere a elaborărilor de lucrări experimentale.

Graficul-rețea trebuie să se întocmească de către conducătorul lucrării împreună cu executanții direcți ai acesteia. Construirea lui este precedată de analiza amănunțită a întregului program al lucrării şi de analiza etapelor de execuție a acesteia. În cadrul acestor analize, conform cu fiecare operație, trebuie să se primească răspunsuri la următoarele întrebări: *Care lucrări pot fi executate paralele cu o operație dată ? Ce trebuie să se facă până la începutul execuției uneia sau alteia dintre operații ? Care lucrări nu pot fi începute până la efectuarea operației luate în considerare ?* numai după clarificarea acestor răspunsuri se întocmeşte schema grafică a programului.

Pentru fiecare operație din graficul-rețea se determină un şir de caracteristici: *durata normală; costul normal; durata minimă; costul maxim; data calendaristică de finalizare a operației; rezerva de timp prevăzută prin planul calendaristic; data cea mai apropiată posibil de începere a operației; data cea mai apropiată posibil de finalizare a operației; data admisibilă cu privire la cea mai târzie începere a operației; aprecierea lucrării.*

Elementele de bază ale graficului-rețea sunt evenimentele şi lucrările. Diferența dintre acestea se poate observa în tabelul 7.5.

Tabelul 7.5.

Tabelarea lucrărilor de efectuat

Denumirea lucrărilor	Denumirea evenimentelor
Elaborarea schiței de proiect al sistemului	S-a efectuat schița de proiect a sistemului
Pregătirea condițiilor tehnice pentru dispozitivul de programare	Sunt pregătite condițiile tehnice pentru dispozitivul de programare
Obținerea şi analizarea condițiilor tehnice pentru dispozitivul de programare şi transmitere a comenzii pentru elaborarea acestuia.	S-a comandat pentru elaborarea dispozitivului de programare

Pe graficul-rețea, din figura 7.10, diferitele operații (lucrări) se notează prin săgeți, iar rezultatele lucrărilor (evenimentele) prin cercuțe. Toate cercuțele se succesiunea lor cronologică şi se unesc prin săgeți care ilustrează legătura numerotează în concordanță cu reciprocă şi succesiunea evenimentelor.

Fiecare săgeată reprezintă câte o operație. Lungimea săgeții se determină numai în considerente vizuale şi de comoditate; ea nu reprezintă durata operației. Direcția săgeții nu are nici un fel de sens

Scanned with OKEN Scanner

de vector, ea indicând doar direcţia generală a timpului. Începutul săgeţii înseamnă începutul operaţiei, iar vârful – finalizarea acesteia. Pentru a fi mai sugestiv, operaţiile critice pot fi arătate prin diferite culori. Timpul necesar pentru execuţia fiecărei lucrări se exprimă cel mai frecvent în săptămâni şi se notează prin cifre deasupra săgeţii. De regulă, deasupra săgeţii se scrie timpul normal şi costul normal corespunzător acestuia, iar sub săgeată – timpul minim şi, corespunzător acestuia, costul maxim.

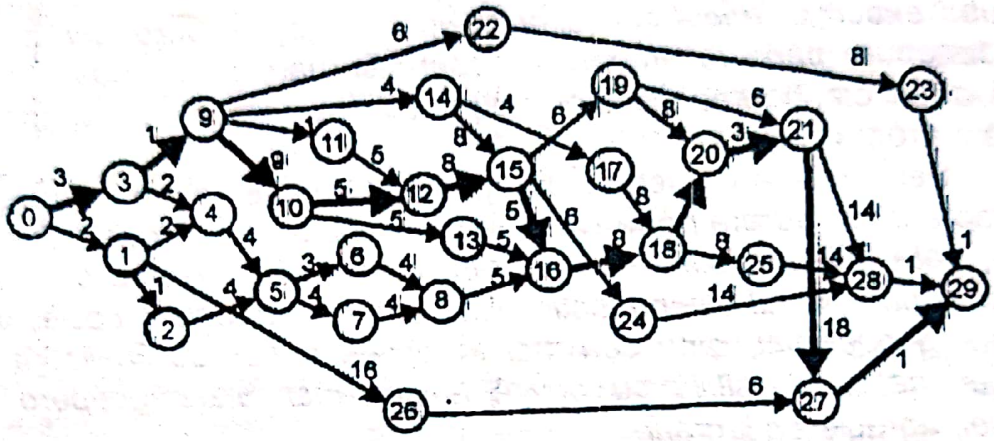


Fig.7.10. Graficul reţea

În exemplul de mai jos, **T** înseamnă durata, iar **C** – costul executării operaţiei. Indicii din partea inferioară a literelor înseamnă "**n**" – durata normală; "**m**" - durata minimă de execuţie a lucrărilor.

$T_n=5,\ C_n=400$

$T_m=4,\ C_m=450$

Pe graficul-reţea din figura 7.10, la fiecare săgeată este indicată numai durata normală de execuţie a lucrării. Orice săgeată ce reprezintă o operaţie trebuie să înceapă şi să se încheie cu un cerculeţ, care are semnificaţia de rezultat final al unei lucrări oarecare. Evenimentul următor nu poate să se producă înainte de a se încheia cel precedent. Spre fiecare eveniment pot conduce una sau mai multe săgeţi. Această situaţie înseamnă că rezultatul dat poate fi obţinut numai prin îndeplinirea câtorva lucrări diferite. Numărul fiecărui eveniment următor înscris în cerculeţ trebuie să fie superior numărului evenimentelor care îl preced. Evenimentele nu pot avea acelaşi nume.

Graficul-reţea are un punct iniţial şi trebuie să se închidă cu un anumit punct final, respectiv cu evenimentul care reprezintă scopul final al tuturor lucrărilor proiectului dat.

De obicei, graficul-reţea care răspunde termenului final de realizare a proiectului se obţine pe calea îmbunătăţirii treptate a graficului întocmit iniţial. Pe măsura efectuării lucrărilor, pe graficul-

rețea se marchează cerculețele corespunzătoare (în figura 7.10 ele apar cu contrast invers, cifrele albe pe fond negru). După un anumit interval de timp, graficul rețea se corectează. Cu această ocazie se adaugă, se elimină şi se revăd operațiile necesare, respectiv se trec termenele reale de execuție a acestora. Graficul-rețea se supune aprecierii periodice pentru a se determina situația lucrărilor şi situația dinamicii acestora.

Pentru a asigura realizarea proiectului la termenele stabilite, trebuie concentrate eforturile în etapele critice, adică acele operații care se găsesc pe drumul critic. Prin drum critic se înțelege drumul care trece prin toată schema şi care are cea mai lungă durată. În figura 7.10. şi figura 7.11 drumul critic este marcat prin săgeți ceva mai îngroşate.

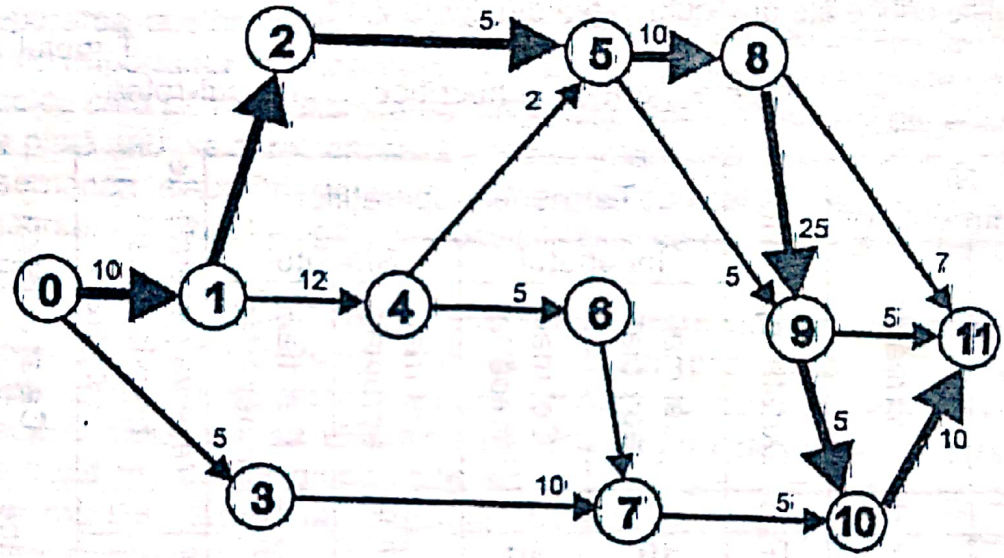


Fig.7.11. Exemplu de realizare a unui grafic-rețea

Un proiect poate avea mai multe drumuri critice. În astfel de cazuri trebuie să se reducă durata de execuție a tuturor operațiilor care sunt înscrise pe toate drumurile critice. Trebuie să se aibă în vedere, totodată, că modificarea duratei unor operații poate determina modificarea drumului critic. Efectuarea accelerată a unei operații oarecare poate să conducă la trecerea unui anumit număr de operații necritice în categoria celor critice.

Starea de tensiune a drumului se măsoară prin rezerva de timp negativă, nulă sau pozitivă. În afara celor critice, fiecărui proiect îi sunt proprii şi drumuri fără tensiune.

Se poate determina drumul cel mai apropiat T_a, la care poate fi terminată lucrarea. Pentru fiecare eveniment se calculează, de asemenea, termenul cel mai îndepărtat de producere T_d, care nu afectează îndeplinirea planului în ansamblul său. Evenimentele drumului necritic au de obicei o anumită rezervă de timp pentru

Scanned with OKEN Scanner

reproducerea lor. Rezerva pozitivă de timp T_d-T_a>0 caracterizează acea perioadă în decursul căreia se poate întîrzia îndeplinirea operației date fără a se mări durata de îndeplinire a întregului proiect. Dacă T_d-T_a=0, rezultă că tipul dat de lucrări se găseşte pe drumul critic şi limitează accelerarea mersului lucrărilor din proiect. Rezerva negativă de timp T_d-T_a=-2 luni, arată că pentru îndeplinirea operației din cadrul drumului critic sunt necesare 2 luni în plus față de durata stabilită prin termenul planificat pentru realizarea elaborării lucrării experimentale.

Drumul din graficul-rețea care are cea mai mare rezervă negativă sau cea mai mică rezervă pozitivă de timp este cel mai critic dintre toate, întrucât el reprezintă lanțul cel mai lung de operații şi determină durata generală de execuție a întregului proiect. Din acest motiv, reducerea termenelor trebuie să se facă înainte de toate la operațiile din cadrul acestui drum. Pentru ilustrare, în tabelul 7.6 se arată operațiile critice ale graficului rețea din figura 7.11.

Tabelul 7.6

Operații critice şi necritice în graficul-rețea

Nr. evenimentelor		Durata operațiilor	Termenele operațiilor				Rezerva generală de timp la fiecare operație	Caracteristica operațiilor
			Începutul		Sfârşitul			
Precedent	Următor		Cel mai apropiat	Cel mai îndepărtat	Cel mai apropiat	Cel mai îndepărtat		
0	1	10	0	0	10	10	-	Operații critice
1	2	15	10	10	25	25	-	
2	5	5	25	25	30	30	-	
5	8	10	30	30	40	40	-	
8	9	25	40	40	65	65	-	
9	10	5	65	65	70	70	-	
10	11	10	70	70	80	80	-	Operații necritice
1	4	12	10	16	22	28	6	
4	5	2	22	28	24	30	6	
1	3	5	10	50	15	55	40	
3	7	10	15	55	25	65	40	
4	6	5	22	45	27	50	23	
6	7	15	27	50	42	65	23	
7	10	5	42	56	47	70	23	
5	9	5	30	60	35	65	30	
8	11	7	40	73	47	80	33	
9	11	5	65	75	70	80	10	

Scanned with OKEN Scanner

Una dintre problemele principale ale programării calendaristice a noilor elaborări de lucrări experimentale constă în repartizarea corectă a resurselor dintre diferitele lucrări (operații). Din rândul acestora fac parte: în primul rând specialiştii, cărora li se poate cere rezolvarea celor mai complicate şi de mare răspundere dintre probleme; instalațiile deficitare şi utilajele necesare pentru efectuarea elaborării lucrărilor; limita generală a orelor suplimentare; mijloacele băneşti care pot fi cheltuite pentru elaborarea lucrărilor. Folosirea cea mai corectă a tuturor acestor resurse trebuie să asigure reducerea termenelor de realizare a elaborării lucrărilor şi o calitate înaltă a acesteia. În legătură cu aceste metode trebuie să se distingă două probleme: repartizarea rațională a resurselor între diferitele elaborări de lucrări care se efectuează în acelaşi timp şi repartizarea resurselor între diferitele lucrări (operații) în limitele aceleiaşi elaborări.

Rezolvarea primei probleme presupune înainte de toate separarea acelor elaborări de lucrări pentru care reducerea termenelor are o importanța de prim ordin. Din categoria acestora fac parte de obicei acelea care permit satisfacerea unor necesitați calitativ noi ale economiei de piață sau se caracterizează printr-un mare potențial economic. Pentru asemenea elaborări de lucrări se alocă cantitatea cea mai mare de resurse, în scopul asigurărilor posibilităților de reducere a termenelor de execuție.

După repartizarea resurselor , între diferite elaborări, este necesar sa se rezolve cea de-a doua problemă, adică să se repartizeze corect resursele între diferitele lucrări (operații) în limitele fiecărei elaborări. La efectuarea acestei repartizări este important ca, pe baza resurselor disponibile, să se asigure cea mai mare reducere a timpului total de execuție a întregii elaborări a lucrărilor experimentale.

Alocarea unei cantități mai mari de resurse se prevede, desigur, pentru acele operații care se găsesc pe drumul critic al graficului de rețea. Pentru evidențierea acestor operații se calculează coeficientul de reducere eficientă a fiecărei operații i a drumului critic.

Să presupunem că este vorba de repartizarea mărimii de mijloace băneşti suplimentare ΔC_b pentru reducerea ΔT_e a duratei diferitelor operațiuni din cadrul drumului critic. Coeficientul de reducere eficienta a duratei operației i din cadrul drumului critic se determină în acest caz cu relația:

în care ε_{mi} este coeficientul de eficiență a mijloacelor care pot fi

$$\varepsilon_{mi} = \frac{\Delta T_{ei}}{\Delta C_{bi}} = \frac{T_{no} - T_{Mi}}{C_{no} - C_{Mi}}$$

îndreptate spre scurtarea operației i din cadrul drumului critic, zile-unități monetare; ΔT_{ei} – reducerea duratei normale de execuție a operației i din cadrul drumului critic prin efectuarea rapida a acesteia, în unități monetare; T_{no} şi T_{Mi} – durata de execuție a operației i din

cadrul drumului critic; T_{no} normală şi T_{Mi} minimă; C_{Mi} şi C_{no} – costul execuţiei operaţiei i din cadrul drumului critic; C_{no} –durata normală şi C_{Mi} - durata minimă.

Se accelerează în primul rând execuţia acelor operaţii din cadrul drumului critic pentru care valoarea coeficientului ϵ_{mi} este relativ cea mai mare.

Graficele reţea asigura informarea operativa asupra situaţiei lucrărilor în toate etapele elaborării lucrărilor experimentale.

7.9. Graficele de execuţie întocmite la scara timpului

Stabilind în mod precis succesiunea evenimentelor, graficul-reţea nu concentrează atenţia asupra operaţiilor care se realizează simultan. Aceste neajunsuri se elimină prin graficele în care evenimentele se prezintă în raport cu timpul, figura 7.12.

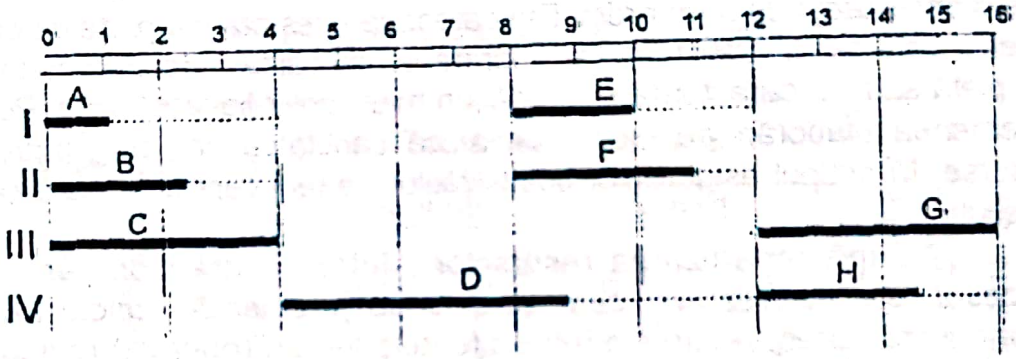


Fig.7.12. Grafic de execuţie la scara timpului.

Pe graficul de execuţie din figura 7.12. se arata termenele la care se realizează lucrările A, B, C, D, E, F, G şi H pentru o construcţie dată care pot fi executate de colectivele I, II, III şi IV. În partea de sus, pe grafic este fixată scara timpului.

Liniile orizontale pline de pe astfel de grafice, cu o scara unica a timpului, reprezintă acţiuni care se realizează succesiv sau paralel; liniile întrerupte – timpul de aşteptare, adică timpul în care operaţia data este încheiată, însă următoarea nu poate fi începută deoarece nu au fost realizate alte operaţii care o preced.

Liniile verticale de legătură de pe astfel de grafice reprezintă evenimentele. Ele reprezintă punctele nodale legate cu axa timpului.

Analiza operaţiilor care se suprapun în timp permite întocmirea unui grafic în care timpul de aşteptare este redus la minimum. De obicei se tinde să se efectueze în paralel toate lucrările, în întregime, pe sistem şi pe diferitele componente ale acestuia. În acelaşi timp, unele lucrări se pot efectua numai succesiv. Din acest motiv, întregul ansamblu de operaţii pentru noua elaborare de lucrări experimentale reprezintă o asamblare de lucrări paralel-succesive.

Scanned with OKEN Scanner

Scurtarea timpului de proiectare se realizează prin divizarea fiecărui stadiu al acesteia în cele mai mici operații independente și prin asigurarea unei acoperiri maxime posibile a timpului între acestea. Timpul de proiectare redus se determină în acest caz cu expresia:

$$T_r = \frac{T_i}{n}\left[1 + (n-1)\,\beta_a\right]$$

în care T_i este timpul inițial destinat efectuării operațiilor ; T_r - timpul de proiectare redus; n – numărul de divizări (etape); β_a – cota părții acoperite.

Cu cât este mai mare diviziunea n, cu atât este mai mic timpul redus T_r. La acoperirea completa în timp $\beta_a = 0$ și timpul redus va fi $T_r = T_i/n$.

Efectul reducerii timpului de execuție a unei lucrări oarecare depinde de poziția ei pe grafic. Dacă această operație se găsește pe drumul critic atunci reducerea timpului de execuție permite scurtarea duratei cerute pentru realizarea întregului proiect. La construirea graficului se poate descoperi ca unele operații considerate ca paralele, nu se pot efectua simultan. În asemenea situații este important sa se clarifice care dintre aceste operații, precum și care dintre cele ce le succed trebuie să fie executate de o singură persoană în mod succesiv și care pot fi executate în paralel de către mai multe persoane. După încheierea activității de omologare a noului produs sau a îmbunătățirii celui existent se procedează la elaborare procesului tehnologic de fabricație a acestuia. Se va întocmi tot grafic fluxul tehnologic de fabricație după considerațiile din capitolul 5.

Aceasta combinație de activități conceptuale și concretizare practică a lor au drept scop creșterea continua a randamentului activității tehnico-economice a unității productive, pentru creșterea valorii de întrebuințare și estetice a produselor, însoțită de o reducere a prețului acestora în concordanță cu obiectivul activității de analiza valorii.

Dar, coordonarea generală a acestor activități revine funcției executive care din îmbinarea lor să determine dezvoltarea unității economice. Funcția executivă are permanent în vedere că orice producție nouă, proces tehnologic nou, construcție sau modernizare de produse și activității de tip service sunt avantajoase atât pentru unitatea pe care o conduce, cât și pentru colectivitatea umană căreia îi oferă produsele și activitățile respective, numai în cazul în care indicatorii economici ai acestora sunt mai avansați decât cei ai situațiilor existente. În vederea perfecționării continue a activităților enumerate, un instrument principal de care dispunem funcție executivă îl constituie colectivul de analiza valorii.

Vom prezenta un exemplu, dintr-un domeniu permanent de maxima actualitate, din care rezultă necesitatea abordării cu răspundere civică și profesională preocupările conceptuale și productive, având ca scop progresul general tehnico-economic și

Scanned with OKEN Scanner

social al colectivității umane şi anume cel al construcțiilor civile destinate locuințelor.

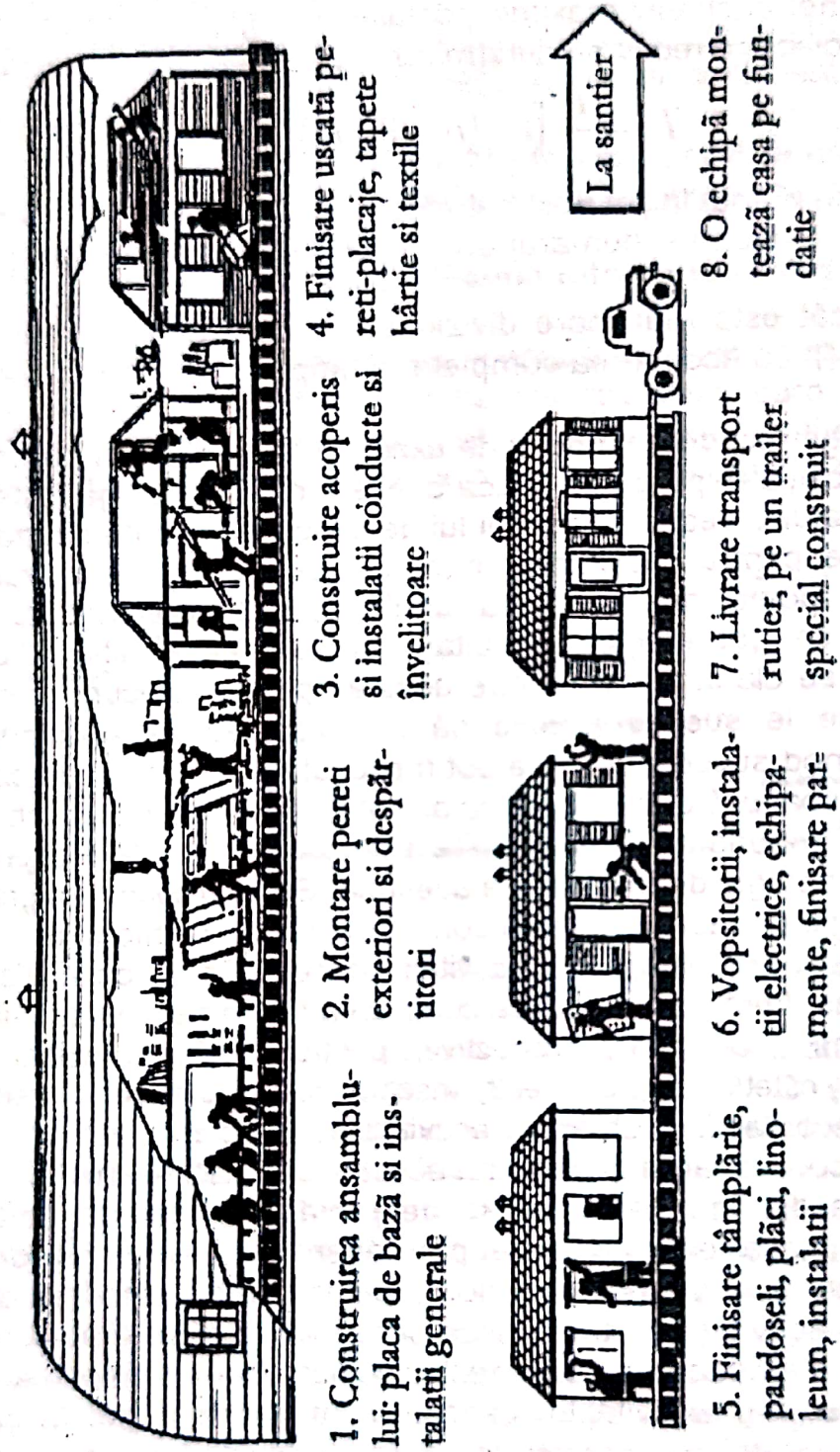


Fig.7.13

Astfel, în figura 7.13 este un exemplu de grafic pentru operațiile tehnologice de asamblare a caselor pe un conveior. Case cu patru şi şase camere sunt asamblate, în ritmul una pe zi, pe un conveior de 300 m lungime, care străbate întreaga suprafață de asamblare.

Conveioarele nu sunt echipamente care aduc întotdeauna economii. Conveiorele formează o soluție mai eficientă pentru multe

linii de producție, dar adesea simple manipulări manuale, planuri înclinate sau dispozitive portabile sau pe roți sunt mai economice și de obicei flexibile. În toate cazurile, echipamentul de manipulare face parte din dotarea necesară executării unei singure operațiuni. Echipamentele de manipulare servesc pentru mai multe scopuri și anume:

Transport - mișcarea la, de la și în lungul liniei.

Ritmare - menținerea unei producții continue și uniforme.

Susține munca - ușurează și reduce manipulările manuale neproductive.

Depozitează - în special pentru rezervele temporare sau tampon între operațiuni.

Desigur, alegerea echipamentului tehnologic va depinde de scopul utilizării acestuia în procesul de producție, de la montarea caselor, până la fabricarea și montarea unor produse de încălțăminte (pantofi, ghete, cizme etc.).

Reprezentarea schematică din figura 7.13 arată mai clar conținutul operațiilor de asamblare decât putea să o facă o fotografie, din cauza lungimii liniei și întrucât conveiorul este amplasat într-o clădire, până la punctul de lucru unde se montează acoperișul.

7.10. Asimilarea în producție a soluțiilor elaborate la analiza valorii pentru produse noi

Asimilarea în producție a soluțiilor elaborate presupune atingerea, într-un timp cât mai scurt, a capacității de producție, adică realizarea constantă a noii producții potrivit condițiilor tehnice prestabilite sau standardelor de stat, într-un volum care corespunde posibilităților maxime ale unității de producție prevăzute prin acest proiect sau prin datele constructive de calcul la dimensionarea capacității unității economice.

Ca parte componentă, în asimilarea noii producții, intră și asimilarea condițiilor economice pentru noua producție, a indicatorilor economici rezultați din perioada de elaborare a soluțiilor constructive pentru noile produse. Dar, spre deosebire de pregătirea tehnică, pregătirea economică nu are o metodologie corespunzătoare elaborată, capabilă de adaptare la condițiile specifice de producție. Ea se limitează la indicații cu aspect general, valabile de la unitățile de productive în sus.

Manualele de management, existente în număr foarte mare pe piața cărții, se limitează numai la prezentarea unor asemenea aspecte cu caracter general.

Modul de tratare a acestor probleme contravin însăși istoricului apariției termenului de management. Cum a apărut conceptul de management ? În pragul secolului XX a avut loc trecerea de la producția manufacturieră la marea producție

Scanned with OKEN Scanner

mecanizată, fiind marcată de creşterea frecvenţei apariţiei invenţiilor tehnice. În domeniul construcţiei de maşini se remarcă şi elaborarea noilor oţeluri aliate pentru scule în 1905 cunoscute sub denumirea de oţeluri rapide, datorate inginerului american Frederich Winslow Taylor. Această constată însă că utilizarea noilor tehnici în aşchierea metalelor nu se soldează cu rezultate echivalente pe planul creşterii productivităţii muncii. Ca om de creaţie observă că acest fapt se datorează deficienţelor din domeniul organizării proceselor de lucru şi ca atare se preocupă de rezolvarea acestei probleme. Concepţiile noi elaborate le prezintă în cartea *Principiile managementului*, publicată în SUA în 1911.

În literatura americană, managementul industrial este definit ca fiind conceptul utilizat pentru a descrie tehnicile şi "expertiza" organizării eficiente, planificării şi controlului operaţiunilor afacerilor din domeniul specific al producţiei industriale.

În teoria managementul industrial, *organizarea* are două aspecte: unul se leagă de stabilirea aşa numitelor linii de responsabilitate fixate în mod obişnuit printr-o cartă de organizare care desemnează executorii afacerilor, de la managerul şef al firmei la şefii de departament şi specifică funcţiilor de care sunt responsabili. Celălalt aspect principal se leagă de formarea unui "staff" de executori calificaţi.

Planificare în managementul industrial are trei aspecte principale: unul este legat de stabilirea politicii de bază privitoare la producţie, procurarea de echipament, materiale, adică aprovizionare. În acest context intră şi vânzările cu politica de preţuri, analiza riscului şi alte preocupări strategice. Al doilea aspect se leagă de implementarea acestor politici în departamente. Al treilea aspect stabileşte standardele de lucru în toate departamentele.

Funcţia executivă a unităţii economice are în obiectiv, în primul rând, *managementul de sus (top management)* care este esenţial şi de natură administrativă şi *managementul operativ* care este corelat direct cu dezvoltarea tactică şi strategică a unităţii economice.

Controlul include folosirea înregistrărilor şi a rapoartelor pentru a compara performanţele cu standardele de lucru stabilite.

În forma menţionată, managementul industrial datează din ultimii ani ai secolului XIX-lea. Dezvoltarea sa impertuoasă se datorează mai ales a inginerului american Fredercih WInslow Taylor (1856-1915) care şi-a prezentat consideraţiile teoretice în cartea *The Principles of Management (Principiile managementului)* apărută în 1911. Taylor se ocupă îndeosebi de managementul industrial operativ, stabilind căile de creştere a productivităţii muncii în industria constructoare de maşini, prin divizarea lucrului pe operaţii tehnologice şi structura zilei de muncă. Tehnicile lui Taylor au fost adaptate şi în alte sectoare industriale, incluzând utlizarea muncitorilor calificaţi, ca

Scanned with OKEN Scanner

şi înlocuirea sistemului de lucru pe operaţii puternic fragmentate executate de un lucrător la un loc de muncă.

Dezvoltările ulterioare a principiilor lui Taylor au luat în considerare includerea unităţii economice în microclimatul social local care au dat un nou impuls ştiinţei managementului. Cel care a pus bazele teoretice şi practice noii concepţii a fost Henry Ford (1863-1947) care şi-a experimentat principiile în propria uzină Ford Motor Company de la Detroit fondată în 1903. Ideea genială a lui Ford a fost să investească în construcţia de locuinţe şi obiective social-culturale din apropierea uzinei pentru a crea o stabilitate pentru forţa de muncă şi un microclimat social adecvat, plecând de la ideea că aceste satisfacţii sociale vor avea efect benefic asupra creşterii eficienţei muncii lucrătorilor respectivi.

Managementul modern al unităţilor economice industriale se caracterizează prin includerea acestora în macroclimatul social, prin diversificarea pe orizontală a produselor pentru a se adresa la un număr cât mai mare de consumatori, din diverse pături sociale prin crearea de reţele proprii de desfacere care le asigură o cunoaştere tot mai precisă a preferinţelor clienţilor, printr-o cercetare adecvată de marketing. Este uşurată această tendinţă de macroclimatizare socială a unităţilor economice industriale prin informatizarea cât mai completă a activităţilor desfăşurate de compartimentele unităţii respective.

La 3 aprilie 1973, se adoptă "*Codul Universal al Produselor*" (Universal Product Code – prescurtat U.P.C.) care constă într-o codificare cu bare, citibilă prin scanare optico-electronică de computerele de la cassele magazinelor. În principiu, această scanare comunică computerului ca date: 1-un tip de produs preferat de cumpărător; 2-marca produsului; 3-dimensiunile sau cantitatea; 4-sortimentul produsului (mai ales în industria alimentară – sărat sau nu, condimentat sau nu etc.); 5-ora achiziţiei; 6-ce alte articole a cumpărat prin asociere clientul; 7-suma completă de plată; 8-informaţii despre locul unde este acum disponibil spaţiu suplimentar pe raft şi multe altele. Dacă plata se face cu o cartelă de credit, clientul mai furnizează: 1-numele; 2-adresa; 3-informaţii de credit; 4-o bază de deducţie a venitului familial şi, potenţial, încă multe alte date personale. Aceste date captate de computerul magazinului pot fi transferate în memoria computerului firmei producătoare care permite a se face o analiză de marketing a produselor şi a se decide asupra structurii producţiei, modificările de plan etc. Dacă se adaugă şi tehnica modernă de achitare a preţului produselor cu ajutorul cărţii de credit, prin care computerul magazinului obţine date privind numele şi pronumele cumpărătorului, domiciliul acestuia, vârsta, categoria socială etc rezultă obţinerea unor date suficient de diversificate privind cercetarea pieţei. Iată cum tehnica modernă macroclimatizează social întreprinderea producătoare de anumite bunuri.

Scanned with OKEN Scanner

7.11. Recomandări pentru creşterea eficienței activității de analiza valorii

Şcoala americană, reprezentată de ilustrul Lawrwnce Miles, face următoarele recomandări cu caracter general privind analiza valorii:

- să se evite generalitățile;
- să se obțină maximum de informații privind costurile de la sursele cele mai competente;
- să se folosească din plin creativitatea, mai ales creativitatea *explozivă*;
- să se identifice şi să se învingă dificultățile;
- să se utilizeze cu precădere tipizarea (dar nu neaparat cea existentă);

Şcoala europeană, reprezentată mai ales de cea bretonă, care organizează periodic seminarii de analiza valorii, printre altele, recomandă:

- să se examineze tema cu atenție, mai întâi individual, apoi – critic – în colectiv;
- să se facă apel la tehnicile de creativitate cele mai complexe: analiza morfologică, metode sinectice şi – pentru aprecieri cantitative – cu precădere tehnica Delphi;
- abordarea fiecărei funcții să se facă prin întrebarea: oare această funcție este într-adevăr necesară ?
- după alegerea soluției de realizare a funcției prioritare să se treacă succesiv la celelalte funcții, ținând seama de ierarhia lor valorică şi, de astă dată, căutând să se obțină costuri proporționale cu însemnătățile funcționale, etc.

Scanned with OKEN Scanner

CAP.8. ANALIZA VALORII ACTIVITĂȚILOR TEHNICO-ORGANIZATORICE

8.1. Analiza valorii activităților de ordonanțare

Alegerea unei ordini potrivite în care să fie serviți clienții care așteaptă se numește ordonanțare.

Problemele de ordonanțare pot fi reprezentate printr-o matrice asemănătoare celei din tabelul 8.1.

Tabelul 8.1

Reprezentarea generală a unei probleme de ordonanțare

Clienți (sau lucrări)	SERVICII						Data la care începe	Data la care trebuie să termine
	S_1	S_2	...	S_j	...	S_m		
J_1								
J_2								
...								
J_i								
...								
J_n								
Activități prin care această lucrare trebuie să treacă în ordinea cerută						Timp de execuție		

Se dă o mulțime formată din doi sau mai mulți clienți care trebuie serviți sau din două sau mai multe lucrări ce trebuie executate, precum şi o mulțime de unul sau mai multe servicii (activități) care trebuie efectuate pentru clienți (lucrări). Trebuie să ştim când poate să înceapă fiecare lucrare şi până când trebuie terminată. De asemenea, trebuie să ştim ce activități sunt necesare pentru efectuarea fiecărei lucrări, în ce ordine anume şi cât va dura fiecare operație.

Cel mai obişnuit context pentru asemenea probleme este un atelier, adică un centru de producție care prelucrează mai multe produse diferite folosind o varietate de maşini. Într-un astfel de context, o problemă de ordonanțare este numită uneori problemă de planificare; nu se foloseşte acest termen aici pentru a evita o confuzie cu problemele de planificare din teoria aşteptării.

Trebuie observat că problemele de ordonanțare pot apare chiar dacă există o singură activitate. De exemplu, dacă fiecare din lucrările ce

Scanned with OKEN Scanner

trebuie efectuate are o dată la care trebuie terminată şi un "cost al întârzierii", minimizarea costului total al întârzierii poate să nu fie uşor de obținut. Astfel de probleme sunt destul de frecvente; un exemplu îl constituie stabilirea ordinii de acces a unor probleme la un calculator sau a unor urgențe de medic.

Problemele de ordonanțare pot fi complicate printr-un număr de condiții, dintre care cele mai importante sunt următoarele:

1. ***Suprapuneri***. Dacă o lucrare constă din fabricarea unui număr de produse similare (un lot), primul produs care rezultă dintr-o operație trece la operația următoare, înainte ca alte produse ale lotului să fi intrat la prima operație.
2. ***Timpul de transport***. Transportul produselor de la un loc de prelucrare la altul poate lua un timp apreciabil. Locurile unde se execută diferitele operații se pot găsi chiar în fabrici diferite.
3. ***Refacerea lucrării***. Dacă una din operații constă dintr-un control, produsele defecte pot fi înapoiate la o operație anterioară în vederea reluării acesteia, provocând fie o întârziere a produselor acceptabile, fie o separare a lucrării în două loturi. Dacă produsele defecte nu pot fi refăcute, poate apărea necesitatea de a începe o lucrare nouă.
4. ***Accelerări***. Din cauza presiunilor din partea unui client sau a altcuiva, o lucrare poate fi scoasă din şir şi accelerată, adică i se poate schimba locul în firul de aşteptare.
5. ***Defecțiuni ale maşinilor***. Într-un anumit serviciu se poate produce un defect, provocând astfel o întârziere nescontată.
6. ***Lipsuri de material***. Materia primă necesară executării unei operații se poate epuiza.
7. ***Timp de prelucrare variabil***. Într-o operație care se execută asupra unor produse diferite, timpul executării unei operații poate varia de la un produs la altul, cum se întâmplă adesea. Chiar un acelaşi produs poate cere timpi diferiți de prelucrare pentru loturi diferite ale aceluiaşi produs.

Eficiența soluției unei probleme de ordonanțare poate fi apreciată după diverse criterii, dintre care cele mai răspândite sunt următoarele:

1. ***Minimizarea timpului total***, adică, atunci când toate lucrările aşteaptă să fie executate, a timpului scurs între începerea unei lucrări şi terminarea ultimei lucrări (acesta nu este un criteriu adecvat situației în care lucrările sosesc în mod continuu la punctul de prelucrare).
2. ***Minimizarea întârzierii totale***. Întârzierea este definită ca fiind "timpul terminării efective a lucrării" minus "timpul planificat de terminare a lucrării", atunci când această cantitate este pozitivă. Întârzierea totală este suma întârzierilor pentru toate lucrările.
3. ***Minimizarea întârzierii maxime***, adică minimizarea întârzierii lucrării cele mai întârziate.

Scanned with OKEN Scanner

4. ***Minimizarea cheltuielilor de stocare.***
5. ***Minimizarea costului întârzierii.***

În mod ideal, eficiența soluțiilor ar trebui să reflecte trei tipuri de costuri: **1 - costul întârzierii; 2 – costul operațiilor; 3 – cheltuielile de stocare**. Întrucât întârzierea implică reacții ale clientului, care sunt greu de evaluat, în mod curent se foloseşte un criteriu care nu este chiar ideal, dar care este considerat acceptabil în ceea ce priveşte întârzierile (de exemplu, se fixează un procentaj maxim de comenzi care pot fi întârziate sau o limită superioară a întârzierii).

Probleme foarte simple de ordonanțare au fost rezolvate la un moment dat folosind diagrama Gantt. De exemplu, se presupune că se dau două lucrări J_1 şi J_2, fiecare necesitând prelucrări pe două maşini M_1 şi M_2, în această ordine, cu timpii de prelucrare specificați în tabelul 8.2.

Există două succesiuni posibile: $J_1 - J_2$ şi respectiv $J_2 - J_1$, care sunt evaluate grafic în figura 8.1.

Tabelul 8.2
O problemă cu două lucrări şi două maşini

	M_1	M_2
J_1	2	7
J_2	5	4

Din figura 8.1 rezultă că succesiunea $J_1 - J_2$, care ia 13 ore, este mai bună decât succesiunea $J_2 - J_1$, care ia 16 ore. Când însă există **n** lucrări, chiar dacă se dau numai două maşini şi toate lucrările merg în aceeaşi ordine, există **n!** succesiuni posibile. În consecință, chiar dacă **n** este mic, întrebuințarea diagramelor Gantt nu este practică.

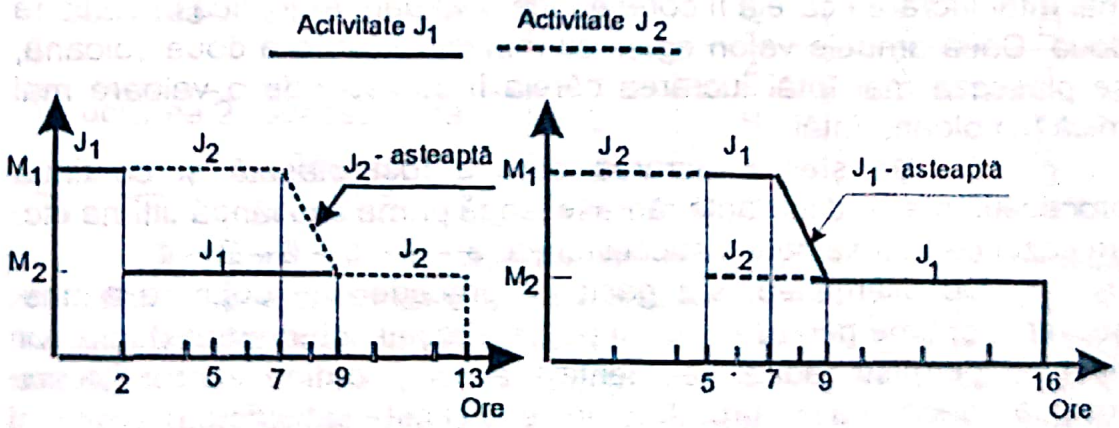


Fig.8.1. Diagramele Gantt ale unei probleme cu două lucrări şi două maşini

Metode analitice au fost date numai în cazul unor probleme de ordonanțare foarte simple. Unii autori au găsit regula pentru decizia optimă în cazul unor probleme de ordonanțare trecând prin

Scanned with OKEN Scanner

două activităţi în aceeaşi ordine, optimalitatea fiind definită ca timpul total consumat, ordinea lucrărilor ne având nici o importanţă. Se poate arăta că timpul total cel mai scurt este realizat atunci când toate lucrările trec prin cele două maşini în aceeaşi ordine. Se presupune, de asemenea, că există la dispoziţie spaţiul de stocare în timpul procesului de prelucrare, iar cheltuielile provocate de această stocare sunt prea mici pentru a fi luate în considerare. Pentru proces care durează puţin aşa se întâmplă, dar, pentru procese de mai lungă durată ipoteza poate să nu fie justificată.

Pentru a ilustra procesul analitic se consideră problema indicată în tabelul 8.3. Paşii acestui program sunt următorii:

1. Se determină cel mai mic număr care apare în tabel (în cazul de faţă este 2 pentru lucrarea 4 pe maşina 2).

2. Dacă această valoare se află în prima coloană, ea va fi executată prima; în cazul contrar se va executa la sfârşit (în cazul de faţă lucrarea 4 va fi plasată ultima în şir). Dacă există valori egale, câte una în fiecare coloană, atunci lucrarea din prima coloană va fi plasată prima, iar cea din a doua coloană ultima. Dacă ambele valori egale cu minimul sunt în prima coloană, se plasează mai întâi lucrarea căreia îi corespunde o valoare mai mică în coloana doua. Dacă ambele valori egale cu minimul sunt în a doua coloană, se plasează mai întâi lucrarea căreia îi corespunde o valoare mai mică în coloana întâi.

Tabelul 8.3

Timpii maşinilor (în ore) pentru şase lucrări şi două maşini

Lucrarea	Maşina 1	Maşina 2
1	4	6
2	8	3
3	3	7
4	6	2
5	7	8
6	5	4

3. Se şterge lucrarea care a fost plasată şi continuă procedeul, plasând lucrările rămase lângă prima sau lângă ultima etc. (în cazul de faţă se obţine succesiunea: 3 – 1 – 5 – 6 – 2 – 4.

De asemenea, s-a găsit un procedeu de obţinere a unei secvenţe optime pentru **n** lucrări pe trei maşini, intervertirile lucrărilor ne fiind permise (adică se menţine aceeaşi ordine pentru fiecare maşină), dacă una din următoarele condiţii este satisfăcută:

1. Timpul minim pe maşina 1 este mai mare sau egal cu timpul maxim pe maşina 2.

2. Timpul minim pe maşina 3 este mai mare sau egal cu timpul maxim pe maşina 2.

Prima din aceste condiţii este satisfăcută în problema indicată în tabelul 8.4. Pentru rezolvarea acestei probleme se formează două coloane, una fiind suma primelor două coloane, iar cealălaltă suma

Scanned with OKEN Scanner

ultimelor două coloane. Rezultatele sunt prezentate în tabelul 8.5. Problema obținută în tabelul 8.5 se poate rezolva prin procedeul descris pentru două maşini. Printre succesiunile optime echivalente găsim: 3 – 2 – 1 – 4 – 5; 3 – 2 – 4 – 5 – 1; 3 – 2 – 4 – 1 – 5.

Tabelul 8.4

Timpii maşinilor (în ore) pentru cinci lucrări pe trei maşini

Lucrarea	Maşina 1	Maşina 2	Maşina 3
1	7	4	3
2	9	5	8
3	5	1	7
4	6	2	5
5	10	3	4

Tabelul 8.5

Prelucrarea tabelului 8.4

Lucrarea	Maşina 1 + Maşina 2	Maşina 2 + Maşina 3
1	11	7
2	14	13
3	6	8
4	8	7
5	13	7

Există o metodă grafică pentru o succesiune corespunzând unui timp total minim în cazul a două lucrări cu **m** activități.

Se presupune, de exemplu, că există problema indicată în tabelul 8.6. Problema se poate prezenta grafic în figura 8.2.

Tabelul 8.6

O problemă cu două lucrări şi patru maşini

	Maşini			
Lucrarea 1: Succesiunea:	A	B	C	D
Timpul:	2	4	5	1
Lucrarea 2: Succesiunea:	D	B	A	C
Timpul:	6	4	2	3

În figura 8.2, dreptunghiurile marcate cu culoare închisă reprezintă suprapuneri care trebuie evitate. O linie cu panta de 45^0 reprezintă executarea simultană a lucrărilor 1 şi 2. În consecință, cea mai scurtă linie constând din combinații de linii orizontale, verticale şi înclinate la 45^0, de la origine la țintă, reprezintă o succesiune optimă. O astfel de linie este indicată în figura 8.2. Ea arată că ambele lucrări pot fi executate simultan, până când se termină lucrarea 1, după care se completează şi lucrarea 2. Timpul total este de 15 ore.

Unii autori au arătat că succesiunea optimă a **m** lucrări cu itinerarii identice de-a lungul a trei activități, implică aceeaşi ordine a lucrărilor pentru fiecare activitate. Acest rezultat nu mai este neaparat valabil în cazul a mai mult decât trei activități.

Scanned with OKEN Scanner

Procedeele prezentate au fost restrânse la probleme mici de ordonanțare deterministă, adică probleme în care se presupune că timpii de prelucrare sunt cunoscuți fără erori. Desigur, această condiție este rareori satisfăcută. Lucrările de rezolvare a unor probleme mari de ordonanțare stohastică au avut succese limitate, numai în cazuri particulare. Teoria firelor de așteptare a fost principala metodă de abordare a acestor probleme.

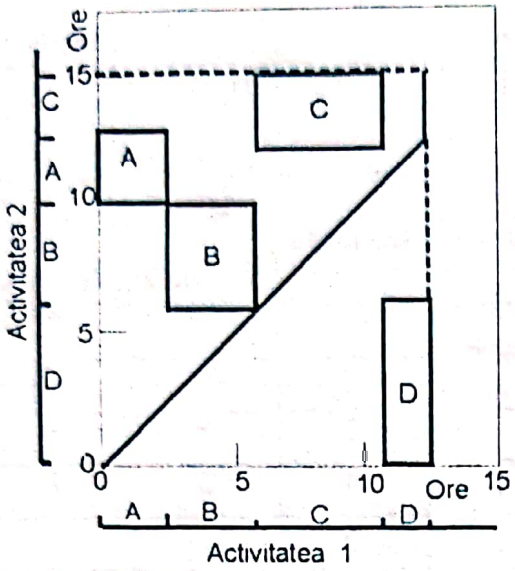


Fig.8.2. Rezolvarea pe cale grafică a problemei indicate în tabelul 8.6

S-au făcut eforturi de rezolvare a problemelor de ordonanțare cu ajutorul programării liniare directe. Acest mod de rezolvare a problemelor nu a dus încă la metode practice de rezolvare. În prezent, rezolvarea problemelor de ordonanțare de dimensiuni mari trebuie gândită cu ajutorul simulării. Volumul de calcule cerut de simulare poate fi foarte mare. De aceea, s-a acordat multă atenție reducerii numărului de succesiuni care trebuie testate şi a numărului de încercări cerute pentru testarea fiecărei succesiuni.

8.2. Analiza valorii activităților de coordonare

În ultimii ani a fost mult analizată o clasă de probleme care se referă la interdependența dintre data de încheiere a unui proiect vast şi momentele de începere ale fiecăreia din activitățile care compun proiectul. Următoarele condiții sunt necesare pentru existența acestui tip de probleme.

1. Un ansamblu bine definit de activități care trebuie aduse la îndeplinire înaintea terminării proiectului din care face parte.

2. Activitățile pot fi începute şi terminate independent, într-o succesiune dată. (Se presupune în general că sunt disponibile resurse suficiente pentru executarea lucrărilor necesare. Dacă această condiție nu este îndeplinită, problema se complică dar nu este imposibil de rezolvat).

3. Activitățile sunt ordonate, în sensul că pentru fiecare activitate se cunosc activitățile care o preced şi acelea care trebuie să aştepte până când activitatea considerată este îndeplinită.

Aceste condiții sunt caracteristice pentru cele mai multe proiecte de construcții, proiecte de dezvoltare ale unor sisteme multiple şi proiecte

Scanned with OKEN Scanner

de dezvoltare a producției, proiecte de întreținere și revizuire, de fabricare și asamblare a produselor mari (de exemplu, avioane, tractoare, vapoare și rachete cosmice, până la curățenia în locuințe).

Pentru rezolvarea unor asemenea probleme de coordonare, analiștii s-au preocupat în cea mai mare măsură cu următoarele două chestiuni:

1. Cum să fie planificată executarea activităților dacă există o planificare a întregului proiect și cum să fie urmărită realizarea proiectului pe măsură ce trece timpul ?
2. Dacă se poate reduce timpul de executare a unora dintre activități sau al tuturor, mărind costul, cum trebuie planificate activitățile în așa fel încât să se minimizeze timpul de executare a proiectului la un cost total dat ?

Prima problemă se rezolvă prin metoda PERT ("project evaluation and review technique"). A doua problemă se rezolvă prin metoda MDC (metoda drumului critic). Justificarea acestei ultime denumiri va deveni evidentă pe măsura prezentării conținutului procedeului.

Analiza proiectelor de dimensiuni mari a progresat rapid în momentul în care cercetătorii și-au dat seama că activitățile care compun proiectul se pretează la o reprezentare grafică. Se consideră, de exemplu, un proiect care constă din 12 sarcini (A, B,...,L), între care au loc următoarele relații de ordonare: (X < Y înseamnă că X trebuie terminată înainte de începerea activității Y); A < C; A < B; B < D; B < G; B < K; C < D; C < G; D < E; E < F; F < H; F < I; F < L; G < I; G < L; H < J; I < J și K < L.

Proiectul poate fi reprezentat grafic printr-o rețea (figura 8.3) constând din noduri și arce orientate, dacă se adoptă următoarele convenții:

1. Sarcinile sunt reprezentate prin arce.
2. Arcele îndreptate către un nod reprezintă activități ce trebuie îndeplinite înainte ca activitățile reprezentate de arcele care pleacă din acel nod să poată începe.
3. Începutul este reprezentat de un nod etichetat zero, iar nodurile rămase sunt numerotate în așa fel încât, dacă există un arc de la **i** la **j**, atunci **i < j**.
4. Executarea activității **(i, j)** poate începe de îndată ce toate activitățile îndreptate către **i** au fost executate.
5. Pentru ca **(i, j)** să poată reprezenta o activitate unică, dacă două sau mai multe activități încep și se termină în aceleași noduri, se introduce un nod fictiv, de exemplu **x**, și o activitate fictivă **(x, j)**, cele două activități reale etichetate **(*i*, j)** și **(i, x)**.

În figura 8.3 s-au introdus activitățile fictive **(1, 3)**, **(6, 7)** și **(8, 9)**. Prima **(1, 3)** este necesară pentru că atât B cât și C trebuie să preceadă pe D și G, dar numai B precede pe K. A doua activitate fictivă **(6, 7)** este necesară pentru că G, F și K preced pe L, dar numai

Scanned with OKEN Scanner

F şi G preced pe H şi I. Motivul introducerii sarcinii (8, 9) este altul. Vrem să evităm două sau mai multe sarcini care pleacă din acelaşi nod şi se termină în acelaşi nod; deoarece nodul cu care se termină F şi G este punctul de plecare pentru H şi I, iar H şi I preced pe J, avem nevoie de un arc fictiv. Dacă nu am folosi această convenţie, nu am putea să ne referim fără ambiguitate la o activitate, indicând numai extremităţilor arcelor.

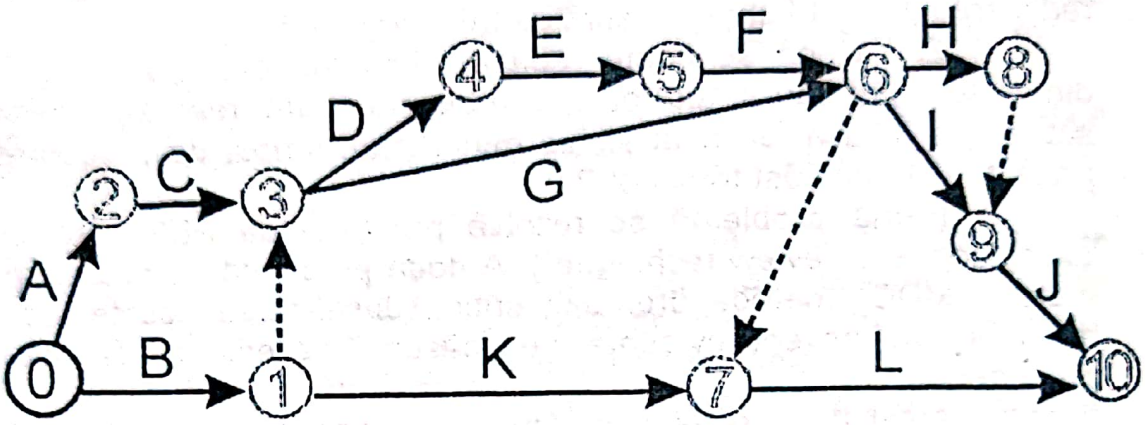


Fig.8.3. Reprezentarea în reţea a proiectului

Dacă se dă timpul necesar pentru executarea fiecărei activităţi, o diagramă cum este aceea din figura 8.3 poate fi folosită pentru determinarea timpului minim în care proiectul poate fi executat. În acelaşi timp vom detecta activităţile critice, a căror neîndeplinire în termenul prescris ar duce la întârzierea întregului proiect.

Să presupunem că avem datele din tabelul 8.7. Primul pas este de a calcula cele mai apropiate date la care putem atinge fiecare nod, adică cele mai apropiate date la care poate fi terminată execuţia fiecărei activităţi. Presupunem că putem începe imediat, aşa încât $t_0 = 0$. Fie t_{ij} timpul necesar pentru activitatea (i, j); pentru sarcinile fictive $t_{ij} = 0$. Tabelul 8.8 indică valorile t_{ij} pentru fiecare activitate. Timpii de execuţie a activităţii coincid în esenţă cu cei din tabelul 8.7.

Tabelul 8.7

Timpii de execuţie a activităţii

Activitatea	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Timpul, zile	30	7	10	14	10	7	21	7	12	15	30	15

Se poate copia figura 8.3, menţionând în dreptul arcelor timpii indicaţi în tabelul 8.7, respectiv tabelul 8.8. Timpii t_i corespunzători nodurilor pot fi introduşi pe figură pe măsură ce sunt calculaţi.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 8.8

Timpii de execuție a activității

Sarcina (i,j)	0,1	0,2	1,3	1,7	2,3	3,4	3,6	4,5	5,6	6,7	6,8	6,9	7,10	8,9	9,10
t_{ij}	7	30	0	30	10	14	21	10	7	0	7	12	15	0	15

Evident, $t_1 = t_0 + t_{01} = 7$ şi $t_2 = t_0 + t_{02} = 30$. Putem atinge nodul 3 pe două drumuri: 0, 1, 3 sau 0, 2, 3 şi data cea mai apropiată t_3 este cel mai mare dintre timpii corespunzători acestor drumuri, adică:

$$t_3 = \max\{t_1 + t_{1,3};\ t_2 + t_{2,3}\} = \max\{7 + 0;\ 30 + 10\} = 40$$

Continuăm:

$$t_4 = t_3 + t_{3,4} = 40 + 14 = 54$$

$$t_5 = t_4 + t_{4,5} = 54 + 10 = 64$$

Pentru t_6 avem o alegere; putem ajunge în 6 trecând prin 5 sau direct din 3. Prin urmare,

$$t_6 = \max\{t_3 + t_{3,6};\ t_5 + t_{5,6}\} = \max\{40 + 21;\ 64 + 7\} = 71$$

$$t_7 = \max\{t_6 + t_{6,7};\ t_1 + t_{1,7}\} = \max\{71 + 0;\ 7 + 30\} = 71$$

$$t_8 = t_6 + t_{6,8} = 71 + 7 = 78$$

$$t_9 = \max\{t_6 + t_{6,9};\ t_8 + t_{8,9}\} = \max\{71 + 12;\ 78 + 0\} = 83$$

$$t_{10} = \max\{t_9 + t_{9,10};\ t_7 + t_{7,10}\} = \max\{83 + 15;\ 71 + 15\} = 98$$

deci întregul proiect poate fi executat în 98 de zile.

Regulile de calcul pentru t_i pot fi formalizate după cum urmează:

1. $t_0 = 0$
2. $t_i = \max\{t_k + t_{k,i}\}$, unde **k** parcurge toate nodurile pentru care există activitatea **(k, i)**.

Urmează acum să găsim activitățile critice. Vom calcula cele mai târzii date la care poate fi atins fiecare nod fără a întârzia nodul 10. Dacă pentru un nod data cea mai apropiată coincide cu data cea mai târzie, orice întârziere în atingerea acelui nod va întârzia întregul proiect. Să notăm aceste date cu $\{T_i\}$. Dacă nodul 10 nu este întârziat, el trebuie atins la timpul $T_{10} = 98$. Atâta timp cât ajungem în nodul 9, înainte de $T_{10} - t_{9,10} = 98 - 15 = 83$, putem atinge nodul 10 fără întârziere. În general, data cea mai târzie pentru nodul **i** este:

$$T_i = \min\{T_j - t_{i,j}\}$$

unde **j** parcurge toate nodurile pentru care activitatea **(i, j)** există. Se obține astfel tabelul 8.9, în care sunt trecuți, de asemenea, timpii t_i (datele cele mai apropiate) şi duratele $T_i - t_i$ ale intervalelor de relaxare.

Din punctul de vedere al conducerii proiectului este mai convenabil să exprimăm informația din tabelul 8.9, referitor la activități. Aceasta se face uşor, deoarece data cea mai târzie pentru

Scanned with OKEN Scanner

încheierea activității (i, j) este T_j. Dacă notăm cu E_{ij} data cea mai apropiată, atunci, cum activitatea (i, j) nu poate începe înainte de t_i, rezultă că $E_{ij} = t_i + t_{ij}$. Diferența $T_j - E_{ij}$ este numită ***timpul de relaxare*** pentru (i, j). Orice activitate având timpul de relaxare nul este critică pentru terminarea întregului proiect, deoarece dacă (i, j) este încheiată la momentul $T_j + t$, întregul proiect nu va putea fi încheiat înainte de momentul $T_n + t$. Vom constata că activitățile critice formează un drum care leagă nodurile cu timpul de relaxare zero, $T_i - t_i = 0$ (vezi tabelele 8.9 şi 8.10).

Tabelul 8.9

Timpii cei mai apropiați şi cei mai târzii

Nodul i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_i	0	40	30	40	54	64	71	83	83	83	98
t_i	0	7	30	40	54	64	71	71	78	83	98
Relaxare	0	33	0	0	0	0	0	12	5	0	0

Tabelul 8.10

Rezultatul analizei PERT

Activitatea		Timpul cel mai apropiat pentru terminare	Timpul cel mai târziu pentru terminare	Relaxare
A	0,2	30	30	0
B	0,1	7	30	23
C	2,3	40	40	0
D	3,4	54	54	0
E	4,5	64	64	0
F	5,6	71	71	0
G	3,6	61	71	10
H	6,8	78	83	5
I	6,9	83	83	0
J	9,10	98	98	0
K	1,7	37	83	46
L	7,10	86	98	12

Este clar că în conducerea proiectului trebuie să se acorde atenție activităților critice.

Procedeul prezentat mai sus, însă, nu optimizează nimic. Metoda prezentată este cunoscută sub denumirea de metoda PERT

Scanned with OKEN Scanner

simplificată, care furnizează informaţii ce pot fi utile în procesul de conducere, dar nu precizează cum trebuie luate deciziile. De asemenea, metoda PERT simplificată nu ţine seama de variaţiile aleatoare în timpul de execuţie a diverselor activităţi. De aceea, pentru o rezolvare a acestei probleme, în condiţiile optimizării deciziei, se va utiliza metoda PERT completă, prezentată în manualele de specialitate.

8.3. Elemente ale cercetării operaţionale

Distanţe minime sau maxime în grafuri. Teoria grafurilor îşi găseşte aplicaţii şi în problemele de organizare optimă a producţiei, a transportului etc. Un graf G este alcătuit dintr-un cuplu (X,U) unde X este o mulţime de elemente numite vârfuri sau noduri ale grafului, iar U este o familie de submulţimi cu 2 elemente ale lui X, numite şi muchii. Muchia {x,y} se notează de obicei [x,y]. În acest caz, graful se numeşte graf neorientat. Dacă însă considerăm o anumită ordine a vârfurilor, obţinem un arc. Astfel, din muchia [x,y] putem obţine fie arcul (x,y) care se spune că este orientat de la x către y, fie arcul (y,x) care este orientat de la y către x, fie ambele arce (x,y) şi (y,x). În acest ultim caz, graful G = (X,U) este obţinut considerând o submulţime $X_1 \subset X$ şi toate arcele (muchiile) $U_1 \subset U$ care există în G între vârfurile din X_1.

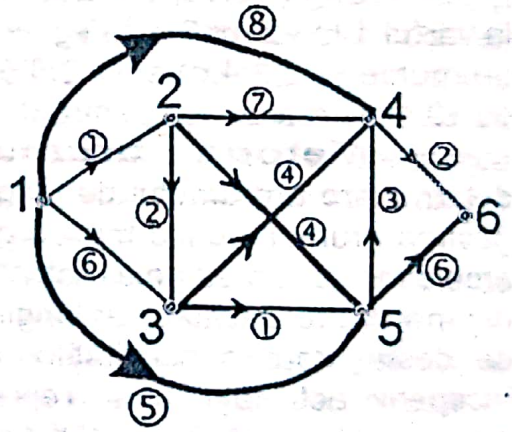


Fig.8.4. Determinarea drumului minim sau maxim într-un graf

Un drum într-un graf G între două vârfuri x şi y este:

a. o succesiune de muchii: $[x,x_1]$, $[x_1,x_2]$, $[x_2,x_3]$,...,$[x_k,y]$ care au proprietatea că x_1 este vârf comun între prima şi a doua muchie, x_2 este vârf comun între a doua şi a treia muchie ş.a.m.d., în cazul grafurilor neorientate, drum care este notat $[x,x_1,x_2,\ldots,x_k,y]$;

b. o succesiune de arce (x,x_1), (x_1,x_2), (x_2,x_k),...,(x_k,y) care au proprietatea că x_1 este vârf comun între primul şi al doilea arc, x_2 este vârf comun între al doilea şi al treilea arc ş.a.m.d., în cazul grafurilor orientate, drum care se notează $(x,x_1,x_2,\ldots,x_k,y)$. Dacă x coincide cu y, drumul se numeşte circuit. Dacă se asociază arcelor (muchiilor) unui graf numere reale nenegative, numite lungimi, lungimea unui drum este egală, prin definiţie, cu suma lungimilor asociate arcelor (muchiilor) sale, iar distanţa minimă (maximă) dintre două vârfuri ale grafului este lungimea minimă (maximă) a drumurilor care unesc cele două vârfuri. Astfel, dacă se reprezintă un graf în

plan astfel încât vârfurile grafului să fie reprezentate prin puncte în plan, iar muchiile grafului să fie reprezentate prin linii care unesc între ele câte două vârfuri, arcele grafului fiind reprezentate prin săgeți în cazul grafurilor orientate [şi anume arcul (x,y) se reprezintă printr-o săgeată de la x către y], se va obține reprezentarea grafică din figura 8.4, unde numerele asociate arcelor reprezintă lungimile acestora.

Pentru acest graf orientat, se pune problema a determina, de exemplu, distanța minimă dintre vârful 1 şi vârful 6.

Prin simpla enumerare, se găsesc următoarele drumuri de la vârful 1 la vârful 6:

(1, 4, 6) de lungime 8 + 2 = 10;
(1, 2, 4, 6) de lungime 1 + 7 + 2 = 10;
(1, 2, 5, 4, 6) de lungime 1 + 4 + 3 + 2 = 10;
(1, 2, 5, 6) de lungime 1 + 4 + 6 = 11;
(1, 2, 3, 4, 6) de lungime 1 + 2 + 4 + 2 = 9;
(1, 2, 3, 5, 4, 6) de lungime 1 + 2 + 1 + 3 + 2 = 9;
(1, 2, 3, 5, 6) de lungime 1 + 2 + 1 + 6 = 10;
(1, 3, 4, 6) de lungime 6 + 4 + 2 = 12;
(1, 3, 5, 4, 6) de lungime 6 + 1 + 3 + 2 = 12;
(1, 3, 5, 6) de lungime 6 + 1 + 6 = 13;
(1, 5, 6) de lungime 5 + 6 = 11.

Se observă, din această enumerare, că distanța minimă de la vârful 1 la vârful 6 este egală cu 9 unități şi ea se realizează pentru drumurile (1,2,3,4,6) şi (1,2,3,5,4,6), iar distanța maximă este egală cu 13 şi se realizează pentru drumul (1,3,5,6).

Metoda drumului critic. Un exemplu de determinare a drumului de lungime maximă într-un graf îl constituie găsirea drumului critic într-un graf de activități. Într-un astfel de graf arcele reprezintă etapele (activitățile) unei lucrări complexe, compusă din mai multe activități, iar lungimile asociate arcelor reprezintă timpul de desfăşurare a activităților asociate arcelor grafului, momentul începerii activității fiind reprezentat de extremitatea inițială şi momentul terminării activității fiind reprezentat de extremitatea finală a arcului respectiv.

Astfel, pentru graful de activități din figura 8.5 începerea întregii lucrări este reprezentată prin vârful A, iar terminarea ei prin vârful H. .

În această lucrare anumite activități se desfăşoară în acelaşi timp, de exemplu activitățile reprezentate de arcele (B,C) şi (B,D). La fel activitățile reprezentate de arcele (D,E) şi (E,G) se desfăşoară în acelaşi timp cu activitățile reprezentate de arcele (D,F) şi (F,G).

Nodurile în acest graf de activități reprezintă evenimente, care pot fi interpretate ca indicând realizarea unor obiective parțiale ale lucrării. Astfel, vârful A reprezintă începerea întregii lucrări, vârful B reprezintă evenimentul care constă în terminarea activității reprezentate prin arcul (A,B) şi începerea activităților reprezentate

Scanned with OKEN Scanner

prin arcele (B,C) şi (B,D) şi începerea activităţilor reprezentate de arcele (D,E) şi (D,F) etc.

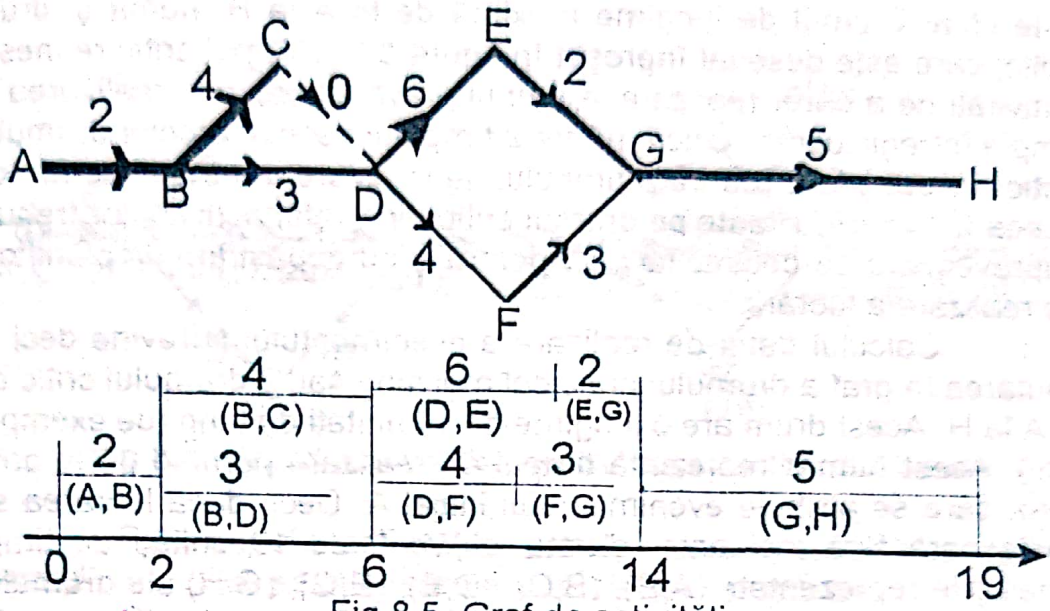


Fig.8.5. Graf de activităţi

Activitatea reprezentată de arcul (C,D), desenat cu linie întreruptă, este o activitate fictivă, ea are asociat un timp egal cu zero şi reprezintă pur şi simplu o relaţie de anterioritate între terminarea operaţiei (B,C) şi începerea operaţiilor reprezentate de arcele (D,E) şi (D,F). Conform acestei convenţii de construire a unui graf de activităţi, pentru orice nod x este îndeplinită următoarea regulă: toate arcele care pleacă din x reprezintă operaţii care nu pot începe decât după terminarea tuturor operaţiilor reprezentate prin arcele care sosesc în nodul x.

Activităţile fictive se introduc pentru a nu avea mai multe arce paralele şi de acelaşi sens între două vârfuri oarecare ale grafului (în acest caz graful se numeşte multigraf). Un graf de activităţi are o proprietate importantă şi anume aceea că este fără circuite, întrucât în caz contrar o aceeaşi operaţie ar trebui să înceapă după terminarea ei însăşi. Duratele operaţiilor sau timpii operatori, care sunt numere reale nenegative sunt asociaţi arcelor grafului care reprezintă respectivele operaţii. Astfel, arcului (A,B) i se asociază timpul 2, arcului (B,C) timpul 4 etc. Aceşti timpi operatori vor fi interpretaţi drept lungimi ale arcelor respective.

Stabilirea grafului de activităţi necesită, pentru fiecare operaţie, cunoaşterea duratei sale, cât şi a operaţiilor care o preced nemijlocit, deci toate relaţiile de ordine temporală privitoare la aceasta (antecedente obligatorii).

Succesiunea în timp a operaţiilor este reprezentată în partea inferioară a figurii 8.5, unde este pus în evidenţă faptul că anumite operaţii se desfăşoară în paralel. De aici rezultă că timpul total de execuţie a întregii lucrări este de 19 unităţi. Acest timp se mai numeşte şi data realizării ansamblului de lucrări, care nu poate fi

Scanned with OKEN Scanner

inferioară sumei timpilor operatori luați pe drumul cel mai nefavorabil de la A la H, adică acel drum care dă între aceste două vârfuri o sumă maximă de timpi operatori. Însă acest drum (care poate să nu fie unic) este chiar drumul de lungime maximă de la A la H, numit şi drum critic, care este desenat îngroşat în figura 8.5. Drumul critic reuneşte activități de a căror realizare la timpul prevăzut depinde realizarea la timp a întregii lucrări. Orice mărire a timpului asociat arcelor drumului critic conduce la o mărire a timpului de realizare a întregii lucrări, de aceea activitățile situate pe drumul critic din graful activităților trebuie supravegheat cu deosebită grijă pentru a nu depăşi timpul planificat de realizare a lucrării.

Calculul datei de realizare a evenimentului H revine deci la căutarea în graf a drumului critic cel mai lung sau a drumului critic de la A la H. Acest drum are o lungime de 19 unități de timp (de exemplu luni). Acest număr reprezintă timpul de realizare pornind de la data zero, care se atribuie evenimentului inițial A. Deci, dacă lucrarea se desfăşoară fără incidente, durata sa va fi de 19 unități de timp. Operațiile reprezentate (A,B), (B,C), (D,E), (E,G), (G,H) ale drumului critic se numesc operații critice [arcul fictiv (C,D) nu a fost luat în considerare].

Lungimile maxime ale drumurilor de la vârful A la celelalte vârfuri B, C, D, E, F, G, H ale grafului de activități din figura 8.5 reprezintă datele aşteptate de realizare a evenimentelor reprezentate de vârfurile grafului. Datele aşteptate ale evenimentelor care compun lucrarea se notează prin t cu un indice corespunzător vârfului respectiv. Astfel, pentru graful din figura 8.5 se obține: $t_A = 0$; $t_B = 2$; $t_C = 6$; $t_D = 6$; $t_E = 12$; $t_F = 10$; $t_G = 14$; $t_H = 19$.

Se va considera următorul exemplu. Se cere să se construiască graful activităților pentru lucrarea care constă în construcția unei case, ale cărei activități sunt următoarele:

1. Trasarea terenului, de durată 2;
2. Excavarea fundației, de durată 15;
3. Excavarea şanțului pentru conductele de apă şi de gaze, de durată 4;
4. Montarea cofrajelor de durată 4;
5. Turnarea fundației, de durată 18;
6. Confecționarea dulgheriei, de durată 15;
7. Zidirea pereților, de durată 20:
8. Instalarea conductei de apă şi a conductei de gaze până la intrarea în clădire, de durată 5;
9. Turnarea planşeului, de durată 8;
10. Montarea acoperişului, de durată 12;
11. Executarea instalației electrice, de durată 13;
12. Montarea uşilor şi ferestrelor, de durată 10;
13. Montarea instalației sanitare, de durată 9;
14. Montarea parchetului şi turnarea mozaicului, de durată 17;

Scanned with OKEN Scanner

15. Montarea instalației de încălzire şi a caloriferelor, de durată 12;
16. Finisarea interioară (zugrăveală, vopsitorie), de durată 12.

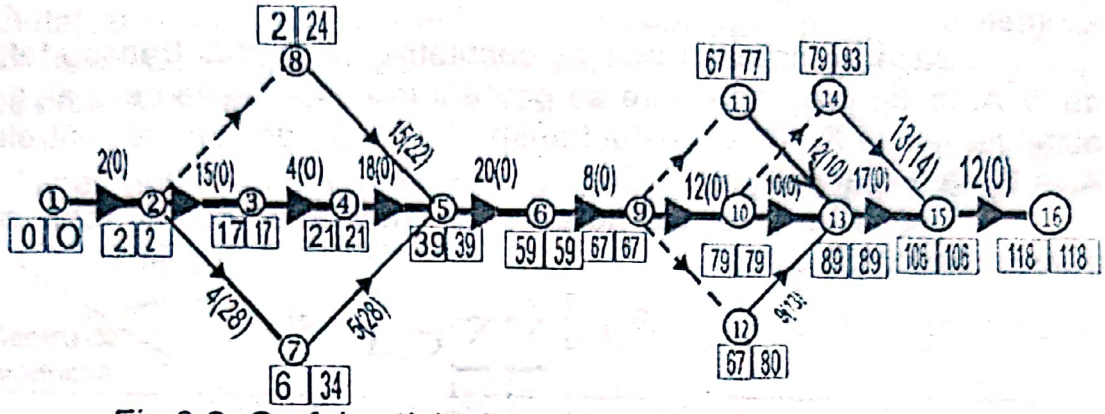


Fig.8.6. Graful activităților pentru construcția unei case

Pentru graful activităților astfel obținut se cere să se traseze drumul critic şi să se afle marginile totale ale operațiilor.

O ordine posibilă a acestor operații este cea reprezentată de graful activităților din figura 8.6, unde activitățile 1, 2, 3,...,16 sunt reprezentate respectiv de arcele (1,2), (2,3), (2,7), (3,4), (4,5), (8,5), (5,6), (7,5), (6,9), (9,10), (14,15), (10,13), (12,13), (13,15), (11,13), (15,16).

Data evenimentului final, numerotat cu 16, este egală cu 118 şi ea reprezintă durata întregii lucrări. Datele aşteptate şi datele limită calculate pentru acest graf de activități au fost trecute în dreptul fiecărui vârf care reprezintă evenimentul respectiv într-o căsuță dublă, iar marginile totale sunt trecute în paranteze lângă numărul care reprezintă durata activității. Drumul critic a fost desenat îngroşat şi el este: (1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 13, 15, 16).

Problema transporturilor. Dat fiind importanța circulației de materiale şi persoane în societatea modernă, optimizarea transporturilor constituie una din principalele sarcini ale decidenților activităților socio-umane. De aceea, stabilirea principiilor care stau la baza metodologiei de optimizare a transporturilor a fost şi este o preocupare permanentă a activității de analiză a valorii.

Pentru stabilirea acestor principii, se consideră **m** centre de producție ale unui aceluiaşi produs:

$$A_1, A_2, \ldots, A_m.$$

Produsul respectiv trebuie să se distribuie la **n** centre de consum:

$$B_1, B_2, \ldots, B_n.$$

Se notează cu a_i cantitatea produsă în centrul A_i ($i = 1, 2, \ldots, m$), şi prin b_j cantitatea care trebuie distribuită la centrul de consum B_j ($j = 1, 2, \ldots, n$).

Se admite că pe baza unei statistici se stabileşte că cheltuielile de transport pentru o unitate de produs (sau, eventual, timpul necesar pentru transportul unei tone-kilometru), sau pentru distanţa de la A_i la B_j, reprezintă C_{ij} unităţi monetare (ore, tone-kilometru).

Dacă se notează prin X_{ij} cantitatea de produs transportată de la A_i la B_j, problema care se poate pune este aceea ce a alege astfel numerele X_{ij}, încât costul transporturilor (Z) de la toate centrele A_i la B_j să fie cât mai mic.

Ţinând seama de notaţiile de mai sus, costul total al transporturilor (Z) este:

$$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij}$$

Prin urmare, trebuie să se determine numerele X_{ij} astfel încât să rezulte:

$$Z = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}X_{ij} = \min. \qquad (8.1)$$

Pe de altă parte, condiţiile concrete ale problemei, arată că:

a. totalul cantităţii de produs expediată de la A_i, este egal cu a_i:

$$\sum_{j=1}^{n} X_{ij} = a_i \ (i = 1, 2,\ldots,m) \qquad (8.2)$$

b. suma cantităţilor primite la centrul B_j trebuie să fie b_j. Prin urmare, trebuie satisfăcută şi condiţia:

$$\sum_{i=1}^{n} X_{ij} = b_j \ (j = 1, 2,\ldots,n) \qquad (8.3)$$

c. este necesar ca toate cantităţile X_{ij} să fie pozitive sau nule. Va rezulta o a treia condiţie:

$$X_{ij} \geq 0 \qquad (8.4)$$

S-a ajuns astfel la o formulare matematică a problemei cu caracter economic concret, care trebuie rezolvată: ***expresia liniară (8.1) trebuie minimizată cu îndeplinirea simultană a condiţiilor date de expresiile (8.2), (8.3) şi (8.4)***.

Elementele problemei formulate mai sus sunt de tipul de programare liniară şi pot fi prezentate sub forma unui tabel-matrice ca în tabelul 8.11.

Fiecare celulă din tabelul 8.11, cu excepţia celor de pe prima şi ultima linie, respectiv prima şi ultima coloană, conţin câte doi indicatori: unul – notat prin X_{ij} (în colţul din stânga jos al fiecărei celule) – reprezintă cantităţile ***necunoscute*** de produs care trebuie

Scanned with OKEN Scanner

transportate de la A_i la B_j, satisfăcând condiția (8.1) şi condițiile suplimentare (8.2), (8.3) şi (8.4); iar al doilea (în colțul din dreapta sus) – reprezintă ***coeficientul constant*** (cheltuiala pe unitatea de produs sau distanța de la centrul A_i la centrul B_j, în caz că minimul căutat ar fi numărul total de tone-kilometri transportați), cu ajutorul căruia se apreciază eficacitatea economică de utilizare a unei unități de produs în raport cu destinația ce i-a fost stabilită.

Tabelul 8.11

Tabel-matrice pentru prezentarea problemei de programare liniară

Centru de consum / Centru de producție	B_1	B_2	...	B_j	...	B_n	Producție
A_1	C_{11} X_{11}	C_{12} X_{12}		C_{1j} X_{1j}		C_{1n} X_{1n}	a_1
A_2	C_{21} X_{21}	C_{22} X_{22}		C_{2j} X_{2j}		C_{2n} X_{2n}	a_2
A_i	C_{i1} X_{i1}	C_{i2} X_{i2}		C_{ij} X_{ij}		C_{in} X_{in}	a_i
A_m	C_{m1} X_{m1}	C_{m2} X_{m2}		C_{mj} X_{mj}		C_{mn} X_{mn}	a_m
Consum	b_1	b_2		b_j		b_n	Σ

În ultima coloană sunt date cantitățile de producție ale centrelor A_i care trebuie transportate la centrele B_j, iar pe ultima linie, cantitățile de producție ce trebuie recepționate la centrele de consum de la diferitele centre de producție.

Pe baza acestui model teoretic, se va considera un exemplu de rezolvare a problemei transporturilor.

Pentru simplificarea calculelor, se consideră trei centre de producție P_1, P_2, P_3 şi patru centre de consum C_1, C_2, C_3, C_4.

La centrele de producție există următoarele cantități de materiale:

- centrul de producție P_1, are 70 000 tone;
- centrul de producție P_2, are 10 000 tone;
- centrul de producție P_3, are 20 000 tone.

Total 100 000 tone

iar la centrele de consum este nevoie de acelaşi material în următoarele cantități:

- centrul de consum C_1 are nevoie de 50 000 tone;
- centrul de consum C_2 are nevoie de 25 000 tone;

Scanned with OKEN Scanner

- centrul de consum C_3 are nevoie de 15 000 tone;
- centrul de consum C_4 are nevoie de 10 000 tone.

Tabelul cheltuielilor de transport al unei tone de la fiecare centru de producție la fiecare centru de consum se caracterizează prin următoarele date, tabelul 8.12.

Tabelul 8.12

Tabelul cheltuielilor pentru exemplul considerat

Consumator / Producător	C_1	C_2	C_3	C_4	Resurse de materiale (mii tone)
P_1	3	2	2	4	70
P_2	1	2	3	4	10
P_3	3	5	2	1	20
Consum	50	25	15	10	100

Din tabelul 8.12 rezultă că transportul unei tone de material de la centrul de producție P_3 la centrul de consum C_2 costă 5 unități monetare, iar de la centrul de producție P_1 la centrul de consum C_4 costă 4 unități monetare.

Se cere să se elaboreze un plan de transport astfel încât să fie necesare cheltuieli minime, indiferent de la care centru de producție, la care centru de consum se efectuează transportul.

Dacă din centrul de producție i la centrul de consum j, se transportă cantitatea x_{ij}, atunci problema constă în a găsi minimul funcției liniare:

$$3x_{11} + 2x_{12} + 2x_{13} + 4x_{14} + x_{21} + 2x_{22} + 3x_{23} + \\ + 4x_{24} + 3x_{31} + 5x_{32} + 2x_{33} + x_{34} = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} Z_{ij}x_{ij} \tag{8.5}$$

(s-a notat prin Z_{ij} – costul unei tone de transport de la centrul de producție i la centrul de consum j).

Este evident că minimul căutat al expresiei (8.5) trebuie găsit în condițiile respectării simultane a restricțiilor formulate prin enunțul problemei, relația (8.6).

$$\begin{aligned}
x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} &= 70 \\
x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} &= 10 \\
x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} &= 20 \\
x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 50 \\
x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 25 \\
x_{13} + x_{23} + x_{33} &= 15 \\
x_{14} + x_{24} + x_{34} &= 10
\end{aligned} \tag{8.6}$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru rezolvarea acestei probleme se poate folosi aşa numita ***metodă Nord-Vest, sau a repartiţiei, sau „în scară"***.

La aplicarea acestei metode se va ţine seama de următoarele:

a. Dacă numărul centrelor de producţie (expediere) este **m** iar numărul centrelor de consum **n**, atunci în planul optim ca şi în planurile intermediare vor figura **m + n – 1** termeni.

b. Tabelul iniţial de calcul poate fi obţinut prin ***metoda diagonalei***. Aceasta înseamnă că el se completează începând de la colţul din stânga sus (Nord-Vest) şi terminând cu colţul din dreapta jos. Până la completare, un asemenea tabel are următoarea înfăţişare, tabelul 8.13.

Tabelul 8.13

	C_1	C_2	C_3	C_4	
P_1	[3]	[2]	[2]	[4]	70
P_2	[1]	[2]	[3]	[4]	10
P_3	[3]	[5]	[2]	[1]	20
	50	25	15	10	100

În chenarele din colţurile din dreapta sus ale fiecărei celule – după cum se observă – figurează coeficienţii constanţi (cheltuielile de transport), urmând ca volumul mărfurilor transportate să fie completat. De exemplu, cantitatea ce va fi transportată de la centrul P_1 la centrul C_1 se va înscrie în primul pătrat din colţul de stânga jos. Este clar că poate fi vorba de maximum 50 de mii tone, de câte are nevoie centrul C_1. Dacă se înscrie întreaga cantitate, atunci, desigur, prima coloană este exclusă din calculele următoare. În acest caz, centrului de producţie P_1 i-ar mai rămâne o cantitate de 20 mii tone care poate fi destinată celui de al doilea centru de consum C_2. Un asemenea raţionament poate conduce „pas cu pas" la tabelul 8.14.

Tabelul 8.14

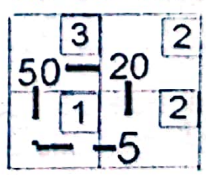
	C_1	C_2	C_3	C_4	
P_1	50 [3]	20 [2]	[2]	[4]	70
P_2	[1]	5 [2]	5 [3]	0 [4]	10
P_3	[3]	[5]	10 [2]	10 [1]	20
	50	25	15	10	100

După cum se observă în tabelul 8.14, în pătratul P_2,C_4 s-a pus cifra 0 care arată că nu este ce transporta.

Tabelul 8.14 cuprinde un plan de transport iniţial. Acesta, însă, poate fi îmbunătăţit:

c. Pentru a întocmi o nouă variantă îmbunătăţită, trebuie examinate pătratele rămase necompletate. Fiecărui pătrat liber îi corespunde un ciclu închis şi numai unul, format din linii orizontale şi verticale, unul din colţurile acestui ciclu este chiar în pătratul liber, restul colţurilor aflându-se în pătrate completate.

Tabelul 8.15

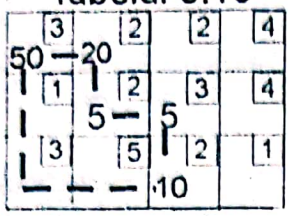


De exemplu, la pătratul P_2,C_1 se referă următorul ciclu, tabelul 8.15. Se observă că acest ciclu are patru colţuri.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru pătratul P_2,C_1, există un ciclu care are şase colţuri, tabelul 8.16.

Tabelul 8.16



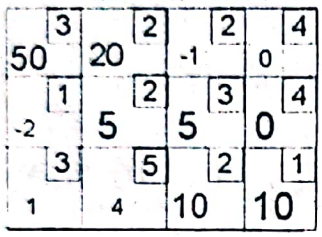
Mai departe, alternând semnele, se face suma algebrică a coeficienţilor transportului – corespunzători fiecărui colţ al ciclului format – ţinând seama să se pună semnul plus coeficientului din colţul ciclului aflat în pătratul liber. De exemplu, pentru primul ciclu format (tabelul 8.15) această sumă va fi:

1 – 2 + 2 – 3 = -2, iar pentru ciclul al doilea, tabelul 8.16:

3 – 2 + 3 – 2 + 2 – 3 = 1.

Efectuând acest calcul pentru toate pătratele libere se va obţine tabelul 8.17.

Tabelul 8.17



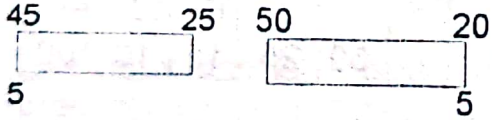
În tabelul 8.17 sumele algebrice referitoare la pătratele goale sunt plasate în chenare punctate. Locul liber în care suma algebrică este negativă poate fi inclusă în program.

În exemplul considerat există două asemenea valori negative. Îmbunătăţirea planului se va efectua în felul următor.

La început se îmbunătăţeşte planul în raport cu valoarea negativă din pătratul P_2,C_1. Se procedează în felul următor.

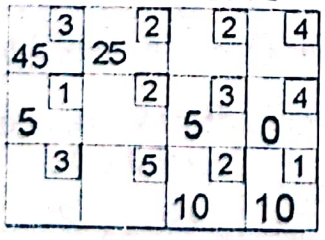
Din cantităţile de transportat care figurează în pătratele în care termenii sumei algebrice din ciclul respectiv au fost negativi (în exemplul considerat din cantităţile de 50 000 tone şi 5000 tone), se ia cantitatea cea mai mică (5000 tone) şi se trece în pătratele în care termenii sumei algebrice au fost pozitivi şi totodată se scade din pătratele cu colţurile ciclului negative.

În cazul considerat, ciclul: se transformă în ciclul:



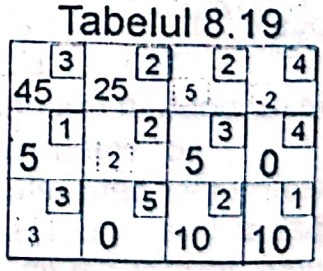
Acum s-a creat un alt loc liber şi este posibil să se elaboreze un alt plan de transport ca în tabelul 8.18.

Tabelul 8.18



Pentru a verifica optimalitatea acestui plan se va proceda din nou la formarea ciclurilor pentru locurile libere şi se vor calcula sumele algebrice ale coeficienţilor după regula cunoscută pentru a vedea dacă mai există vreo valoare negativă care să dea indicaţie că planul de transport mai poate fi îmbunătăţit.

Tabelul 8.19



Efectuând calculele respective se obţine următorul tabel de control, tabelul 8.19.

Se observă că în pătratul P_1,C_4, există un element negativ ceea ce înseamnă că acest pătrat mai poate fi folosit pentru îmbunătățirea planului.

Trecând din cantitățile aflate în pătratele cu colțurile ciclului negative (45 şi 0), pe cea mai mică cantitate (0) în pătratele cu colțurile negative, scăzând-o în acelaşi timp din cantitatea aflată în pătratul cu colț pozitiv, planul de transport capătă forma din tabelul 8.20.

Tabelul 8.20

45 [3]	25 [2]	-3 [2]	0 [4]
5 [1]	[2]	5 [3]	0 [4]
[3]	0 [5]	10 [2]	10 [1]

Planul, după cum se vede, a rămas neschimbat, întrucât s-a scăzut şi adăugat cifra 0.

Pentru pătratul P_1,C_3, considerând ciclul P_1C_3, P_1,C_1, P_2,C_1, P_2,C_3, se obține suma algebrică: **2 – 3 + 1 – 3 = - 3 < 0**. Îmbunătățind planul scăzând pe 5 din 45 şi 5, şi adăugând această valoare la 5 şi 0, se obține planul din tabelul 8.21.

Tabelul 8.21

40 [3]	25 [2]	5 [2]	0 [4]
10 [1]	0 [2]	0 [3]	0 [4]
0 [3]	0 [5]	10 [2]	10 [1]

Pentru acest plan, din tabelul 8.21, nu se mai găseşte un ciclu care să conducă la valori negative. Deci, nu mai poate fi îmbunătățit.

Cheltuielile de transport după acest program optim de transport sunt: **40.3 + 25.2 + 10.1 + 10.2 + 10.1 = 220** unități monetare, față de primul plan care a necesitat un volum de cheltuieli: **50.3 + 20.2 + 5.2 + 5.3 + 10.2 + 10.1 = 245** unități monetare. Planul optim prezintă o economie de 25 unități monetare. Organizarea unui alt plan de transport mai avantajos din punct de vedere economic, în condițiile date, nu este posibilă.

Justificarea matematică a acestei metode este relativ simplă. Astfel, se notează cu C_{ij} costul de transport pe unitate de la centrul de producție P_i (i = 1, 2,...,m), la locul de consum C_j (j = 1, 2,...,n). Fie x_{ij} cantitatea transportată de la P_i la C_j. Este necesar ca funcția

$$U = \sum_{i,j} C_{ij} x_{ij}$$

să fie făcută minimă ştiind că sumele

$$\sum x_{ij} = \alpha_i \text{ şi } \sum_i x_{ij} = \beta_j \qquad (8.7)$$

sunt constante.

Se consideră, spre exemplu, un ciclu de şase valori pentru care există:

$$C_{i_1 j_1} - C_{i_2 j_2} + C_{i_3 j_3} - C_{i_4 j_4} + C_{i_5 j_5} - C_{i_6 j_6} < 0 \qquad (8.8)$$

Suma corespunzătoare din U pentru acest ciclu este:

$$U_1 = C_{i_2 j_2} x_{i_2 j_2} + C_{i_3 j_3} x_{i_3 j_3} + C_{i_4 j_4} x_{i_4 j_4} + C_{i_5 j_5} x_{i_5 j_5} + C_{i_6 j_6} x_{i_6 j_6}$$

Se presupune că valorile $x_{i_2 j_2}, x_{i_4 j_4}, x_{i_6 j_6}$, care corespund la cicluri cu valori negative, cel mai mic este $x_{i_6 j_6}$. În loc de cantitățile transportate

$$x_{i_1 j_1} = 0, x_{i_2 j_2}, x_{i_3 j_3}, x_{i_4 j_4}, x_{i_5 j_5}\ x_{i_6 j_6}$$

se vor pune acum cantitățile:

$$y_{i_1 j_1}, y_{i_2 j_2}, y_{i_3 j_3}, , y_{i_4 j_4}, y_{i_5 j_5}\ y_{i_6 j_6}$$

după regula care s-a folosit până acum.

$$y_{i_1 j_1} = x_{i_6 j_6}, y_{i_3 j_3} = x_{i_3 j_3} + x_{i_6 j_6}, y_{i_5 j_5} = x_{i_5 j_5} + x_{i_6 j_6}$$

$$y_{i_2 j_2} = x_{i_2 j_2} - x_{i_6 j_6}, \quad y_{i_4 j_4} = x_{i_4 j_4} - x_{i_6 j_6}$$

$$y_{i_6 j_6} = x_{i_6 j_6} - x_{i_6 j_6} = 0$$

Suma U_1 va fi înlocuită prin U_2:

$$U_2 = C_{i_1 j_1} y_{i_1 j_1} + C_{i_2 j_2} y_{i_2 j_2} + \ldots + C_{i_6 j_6} y_{i_6 j_6}$$

Se observă că:

$$U_2 = U_1 + (C_{i_1 j_1} - C_{i_2 j_2} + C_{i_3 j_3} - C_{i_4 j_4} + C_{i_5 j_5} - C_{i_6 j_6}) x_{i_6 j_6}$$

Se poate observa uşor că:

$$U_2 < U_1$$

ceea ce înseamnă că înlocuind în **U** pe U_1 prin U_2, se obține o îmbunătățire a soluției.

Este esențial de observat că prin acest procedeu suma cantităților transportate, atât pe linii, cât şi pe coloane, rămâne neschimbată. Într-adevăr, pe fiecare linie există în sumele algebrice ale ciclurilor un număr C_{ij} pozitiv şi altul negativ. La sumele x_{ij} corespunzătoare se adaugă aceeaşi cantitate şi se scade, ceea ce înseamnă că totalul sumei transportate pe linii şi pe coloane rămâne aceeaşi. Se obține astfel îmbunătățiri succesive, rămânând în condițiile problemei. O analiză, care nu se mai efectuează aici, arată că prin aceste ameliorări succesive, se ajunge la programul optim.

Este interesant de observat că dacă:

$$C_{i_1 j_1} - C_{i_2 j_2} + C_{i_3 j_3} - C_{i_4 j_4} - C_{i_5 j_5} + C_{i_6 j_6} = 0 \qquad (8.9)$$

se obține, oricare ar fi $x_{i_6 j_6}$, îndeplinind condițiile (8.7),

$$U_2 = U_1$$

Scanned with OKEN Scanner

Prin urmare, dacă există o relație (8.9) și există realizat un program optim, în baza raționamentului rezultă că există o infinitate de programe optime. Se poate verifica acest lucru pe exemplul considerat anterior.

Se reamintește că valorile C_{ij} sunt cele prezentate în tabelul 8.22.

Tabelul 8.22

	C_1	C_2	C_3	C_4
P_1	3	2	2	4
P_2	1	2	3	4
P_3	3	5	2	1

Se observă că celulele P_1,C_1, P_1,C_3, P_3,C_3, P_3,C_1, există ciclul:

$$3 - 2 + 2 - 3 = 0$$

Înseamnă, în baza observației de mai sus, că nu există o singură soluție optimă, ci o infinitate de soluții.

Se poate arăta direct acest lucru pe o cale elementară. Aceasta datorită faptului că există un număr redus de date.

Din relațiile (9.6) rezultă:

$$\begin{aligned}
x_{11} &= 45 - x_{13} - x_{21} - x_{23} + x_{32} + x_{34} \\
x_{14} &= 25 - x_{12} + x_{21} + x_{23} - x_{32} - x_{34} \\
x_{22} &= 25 - x_{12} - x_{32} \\
x_{24} &= -15 + x_{12} - x_{21} - x_{23} + x_{32} \\
x_{31} &= 5 + x_{13} + x_{23} - x_{32} - x_{34} \\
x_{33} &= 15 - x_{13} - x_{23}
\end{aligned} \qquad (8.10)$$

Există 7 relații (8.6) dintre care ultima este consecința celorlalte. Prin urmare, între cele 12 valori x_{ij}, există 6 relații liniare distincte (8.10). Urmează că 6 dintre ele și anume $x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{23}, x_{32}, x_{34}$, pot fi socotite ca variabile independente, iar celelalte funcție de ele, date de relațiile (9.10).

Funcția U devine în acest caz, ținând seama de (8.5):

$$U = 270 - 2x_{21} + x_{23} + 3x_{32} - 3x_{34} \qquad (8.11)$$

unde $x_{13}, x_{21}, x_{23}, x_{32}, x_{34}$, sunt variabile independente îndeplinind condițiile:

$$0 \le x_{21} \le 10;\ 0 \le x_{23} \le 10;\ 0 \le x_{32} \le 20;\ 0 \le x_{34} \le 10 \qquad (8.12)$$

decurgând din expresia (8.6).

Pentru ca valoarea lui U, dată de (8.11) să fie minimă trebuie ca x_{23} și x_{32} să ia cea mai mică valoare posibilă și x_{21} și x_{34} cea mai mare valoare posibilă.

Trebuie, deci, ținând seama de (8.12) să avem:

$$x_{23} = 0;\ x_{32} = 0;\ x_{21} = 10;\ x_{34} = 10$$

Dacă $x_{21} = 10$, din a doua din egalitățile (8.6), se deduce $x_{22} = 0$, $x_{24} = 0$. Din $x_{34} = 10$ și ultima din egalitățile (8.6) rezultă:

$$x_{14} = 0,\ x_{24} = 0$$

Scanned with OKEN Scanner

Notând $x_{13} = \lambda$, se completează în acelaşi mod tabloul valorilor x_{ij} obţinându-se tabelul 8.23, λ fiind un parametru care variază între 5 şi 15 inclusiv.

Tabelul 8.23

	C_1	C_2	C_3	C_4
P_1	3	2	2	4
	45-λ	25	λ	0
P_2	1	2	3	4
	10	0	0	0
P_3	3	5	2	1
	λ-5	0	15-λ	10

Tabelul 8.23 prezintă programul optim. Cum cantităţile de transportat C_{ij} pot să nu fie numere întregi, rezultă din tabelul 8.23 că există o infinitate de programe optime.

Din modul de rezolvare a problemei transporturilor, prin metoda de mai sus, se evidenţiază faptul că problema transporturilor este un caz special de programare liniară în care toţi coeficienţii ecuaţiilor restrictive sunt egali cu 1 sau cu 0.

Se va considera, în continuare, pentru rezolvarea aceleiaşi probleme de transport, **metoda diferenţei maxime**. Această metodă include în soluţia iniţială acele rute cu cost minim (sau distanţă minimă) care dacă n-ar fi incluse, s-ar cauza pierderi maxime.

Practic, pentru găsirea soluţiei iniţiale se procedează în felul următor. Se alcătuieşte tabelul – matrice a cheltuielilor unitare $Z = \|Z_{ij}\|$, după care se calculează, pentru fiecare linie şi fiecare coloană, diferenţa dintre cel mai mic al alinierii şi cel următor ca mărime. Apoi se caută cea mai mare dintre aceste diferenţe . În alinierea în care se realizează acest maxim se caută cel mai mic element; fie $c_{i_0 j_0}$ acest element şi în aceeaşi poziţie din tabloul necunoscutelor se introduce ca valoare a necunoscutelor respective ($x_{i_0 j_0}$) cel mai mic dintre numerele a_{i_0} şi b_{j_0}. Celelalte elemente ale alinierii liniei i_0 sau a coloanei j_0 (din tabelul necunoscutelor) se iau egale cu zero. Prin aceasta se determină elementele unei linii sau ale unei coloane din matricea necunoscutelor şi calculele se continuă cu matricea care se obţine din C prin eliminarea liniei i_0, respectiv a coloanei j_0. Repetând acest procedeu se ajunge, până la urmă, la determinarea tuturor necunoscutelor, obţinându-se soluţia iniţială.

Pentru ilustrarea găsirii soluţiei iniţiale se ia în considerare exemplul precedent şi se completează primul tabel cu diferenţele respective dintre elementele Z_{ij} (cheltuielile de transport ale unei tone), tabelul 8.24.

Scanned with OKEN Scanner

În dreptul liniilor şi coloanelor s-a specificat în paranteză diferența dintre cel mai mic element din alinierea respectivă şi cel următor ca mărime.

Tabelul 8.24

Tabelul cheltuielilor pentru exemplul considerat

Consumator / Producător	C_1	C_2	C_3	C_4	Resurse de materiale (mii tone)	
P_1	3	2	2	4	70(a_1)	(1)
P_2	1	2	3	4	10(a_2)	(1)
P_3	3	5	2	1	20(a_3)	(1)
Consum	50(b_1)	25(b_2)	15(b_3)	10(b_4)	100	
	(2)	(3)	(1)	(3)		

Aceste diferențe au, evident, o anumită semnificație economică, ele ne indică pierderea ce se va înregistra dacă pe alinierea respectivă nu se va alege ruta cu costul de transport al unei tone de material cât mai redus.

Întrucât din toate alinierile nu se poate alege numai rutele cele mai ieftine vor trebui preferate acele rute cu cost minim la care diferența de cost până la ruta următoare (în ordinea costurilor) este cea mai mare.

În exemplul considerat diferența cea mai mare se găseşte pe coloanele C_2 şi C_4; cel mai mic element al coloanei C_2 fiind z_{12} (sau z_{22}) = 2, iar al coloanei C_4 fiind z_{34} = 1, luând x_{34} = **minim**, adică 10 (cantitatea de transport cea mai mică dintre a_3 = 20 şi b_4 = 10; se notează

$$x_{34} = \min(a_3, b_4) = 10$$

Prin urmare:

$$x_{14} = x_{24} = 0,$$

altă cantitate care ar trebui transportată nu mai există (centrul de consum C_4 nu mai are nimic de primit). Se va elimina coloana a patra şi se va continua calculele pe matricea care se obține, tabelul 8.25 (după prima etapă de optimizare a problemei).

Tabelul 8.25

Consumator / Producător	C_1	C_2	C_3	Resurse de material	
P_1	[3]	[2]	[2]	70	(1)
P_2	[1]	[2]	[3]	10	(1)
P_3	[3]	[5]	[2]	10	(1)
Consum	50	25	15	90	
	(2)	(3)	(1)		

Pe această nouă matrice se specifică în dreptul liniilor şi coloanelor producția respectiv consumul fiecărui centru rămas după

prima repartiție precum și diferențele noi dintre cel mai mic element și elementul următor.

Diferența cea mai mare se vede că se găsește în coloana $C_2(3)$; cel mai mic element al coloanei fiind z_{22} (sau z_{12}) = 2, se va lua $x_{12} = \min(70,25) = 25$. Prin urmare, $x_{12} = 25$ și $x_{22} = x_{32} = 0$.

Tabelul 8.26

Consumator / Producător	C_1	C_3	Resurse de material	
P_1	3	2	45	(1)
P_2	1	3	10	(2)
P_3	3	2	10	(1)
Consum	50	15	65	
	(2)	(1)		

După eliminarea coloanei C_2 va rămâne matricea din tabelul 8.26 (după etapa doua de optimizare a problemei).

Diferența cea mai mare se găsește pe coloana $C_1(2)$, cel mai mic element al acestor alinieri fiind z_{21}. Se va lua $x_{21} = \min(50,10) = 10$. Deci, $x_{21} = 10$, $x_{23} = 0$.

După eliminarea liniei de doua rămâne matricea din tabelul 8.27 (după etapa treia de optimizare).

Diferențele cele mai mici fiind pe coloanele C_1 și C_3 se va alege cel mai mic element care este, de exemplu, $z_{33} = 2$; se va lua deci $x_{33} = \min(10,15) = 10$ și se elimină linia P_3. Întrucât $x_{31} = 0$, se obține, în final, ultima matrice, tabelul 8.28 (după etapa patra de optimizare).

Tabelul 8.27

Consumator / Producător	C_1	C_3	Resurse de material	
P_1	3	2	45	(1)
P_3	3	2	10	(1)
Consum	40	15	55	
	(2)	(1)		

Tabelul 8.28

Consumator / Producător	C_1	C_3	Resurse de material
P_1	3	2	45
Consum	40	5	45

Se observă, din matrice din tabelul 8.28, că trebuie să se adopte $x_{11} = 40$ și $x_{13} = 5$. Se găsește astfel soluția inițială, tabelul 8.29, care satisface ecuațiile restrictive și care ne arată un volum total de cheltuieli de transport egal cu:

$$40.3 + 25.2 + 5.2 + 10.1 + 10.2 + 10.1 =$$
$$= 220 \text{ unități monetare}$$

Această soluție este optimă obținându-se din tabelul 8.29 pentru $x = 5$. În general, însă, prin aplicarea procedeului de mai sus se ajunge la început la o soluție apropiată de soluția optimă și apoi, prin îmbunătățiri succesive, la aceasta din urmă.

Mărimea numărului de date în ipoteza unor probleme mai complicate nu schimbă formularea lor matematică.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 8.29

$X =$

x_{11}	x_{12}	x_{13}	
x_{21}			
		x_{33}	x_{34}
50	25	15	10

3 40	2 25	2 5		70
1 10				10
		2 10	1 10	20
50	25	15	10	

Unele probleme recapitulative.

1. Patru fabrici de ciment trimit produsul lor la şase şantiere. Cantităţile a_i (în tone) disponibile la cele patru fabrici A_i, cantităţile b_j necesare la cele şase şantiere B_j, precum şi costul transportului c_{ij} unităţi monetare pe tonă, pe distanţa A_iB_j sunt prezentate în tabelul următor, tabelul 8.30.

Tabelul 8.30

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	Existent a_i
A_1	78 x_{11}	66 x_{12}	74 x_{13}	62 x_{14}	38 x_{15}	50 x_{16}	1300
A_2	34 x_{21}	52 x_{22}	64 x_{23}	36 x_{24}	24 x_{25}	30 x_{26}	1260
A_3	48 x_{31}	46 x_{32}	58 x_{33}	44 x_{34}	40 x_{35}	26 x_{36}	900
A_4	56 x_{41}	34 x_{42}	50 x_{43}	54 x_{44}	42 x_{45}	28 x_{46}	1100
Necesar b_j	760	700	600	740	860	900	4560

Se cere să se determine cantităţile x_{ij} (tone), care trebuie trimise la cele şase şantiere, astfel încât planul de transport să se facă cu minimum de cheltuială.

Rezolvare. Se va utiliza metoda Nord-Vest care va conduce la soluţia iniţială de bază următoare, prezentată în tabelul de mai jos, tabelul 8.31.

$x_{11} = \min\{1300, 760\} = 760 \Rightarrow x_{21} = x_{31} = x_{42} = 0$

$x_{12} = \min\{1300-760, 760\} = 540 \Rightarrow x_{13} = x_{14} = x_{15} = x_{16} = 0$

$x_{22} = \min\{1260, 700-540\} = 160 \Rightarrow x_{32} = x_{42} = 0$

$x_{23} = \min\{1260-160, 600\} = 600 \Rightarrow x_{23} = x_{43} = 0$

$x_{24} = \min\{1260-160-600, 740\} = 500 \Rightarrow x_{25} = x_{26} = 0$

$x_{34} = \min\{900, 740-500\} = 240 \Rightarrow x_{44} = 0$

Scanned with OKEN Scanner

$x_{36} = \min\{900-240, 860\} = 660 \Rightarrow x_{36} = 0$

$x_{46} = \min\{1100, 860-660\} = 200 \Rightarrow x_{46} = 900$

Tabelul 8.31

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	a_i
A_1	78 760	66 540	74 0	62 0	38 0	50 0	1300
A_2	34 0	52 160	64 600	36 500	24 0	30 0	1260
A_3	48 0	46 0	58 0	44 240	40 660	26 0	900
A_4	56 0	34 0	50 0	54 0	42 200	28 900	1100
b_j	760	700	600	740	860	900	4560

Funcția scop va avea valoarea:

$f_0 = 78.760 + 66.540 + 52.160 + 64.600 + 36.500 +$
$+ 44.240 + 40.660 + 42.200 + 28.900 = 230\,200$

2. Să se determine o soluție inițială a problemei de transport din tabelul 8.30, folosind metoda elementului minim pe linie.

Rezolvare. Metodologic se procedează în felul următor: se alege variabila x_{1j} situată pe prima linie ce corespunde celulei în care costul c_{1j} este minim.

$$c_{1k} = \min\{c_{11}, c_{12},\ldots,c_{1n}\}\ (k = 1, 2,\ldots,n)$$

Se determină apoi $x_{1k} = \min\{a_1, b_k\}$

Dacă $a_1 < b_k \Rightarrow x_{1k} = a_1$; $x_{11} = x_{12} = \ldots = x_{1,k-1} = x_{1,k+1} = \ldots = x_{1n} = 0$

Se suprimă prima linie şi procedeul se repetă cu linia doua.

Dacă $a_1 > b_k \Rightarrow x_{1k} = b_k$; $x_{2k} = x_{3k} = \ldots = x_{mk} = 0$, se suprimă coloana **k** şi procedeul se continuă, alegând variabila x_{1j} situată pe prima linie ce corespunde costului minim rămas după prima suprimare a coloanei **k**.

Procedeul se repetă până când toate valorile x_{1j} situate pe prima linie au fost determinate.

Se continuă apoi în mod analog şi cu celelalte linii.

Pentru exemplul considerat se procedează în felul următor.

$$\min\{c_{1j}\} = c_{15} = 38\ (j = 1, 2,\ldots,6)$$

$$x_{15} = \min\{a_1, b_5\} = \min\{1300, 860\} = 860$$

Rezultă $x_{25} = x_{35} = x_{45} = 0$

Elementul minim rămas pe linie după c_{15} este $c_{16} = 50$.

Rezultă $x_{16} = \min\{1300-860, 900\} = 440 \Rightarrow x_{11} = x_{12} = x_{13} = x_{14} = 0$.

Deci, valorile x_{1j} situate pe prima linie sunt complet determinate.

Procedând în mod analog şi cu liniile a doua, a treia şi a patra se obţine soluţia iniţială de bază din tabelul 8.32.

Funcţia scop va avea valoarea:

$$f_0 = 38.860 + 50.440 + 34.760 + 36.40 + 30.460 + + 46.200 + 44.700 + 34.500 + 50.600 = 182\,760$$

Tabelul 8.32

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	a_i
A_1	78 0	66 0	74 0	62 0	38 860	50 440	1300
A_2	34 760	52 0	64 0	36 0	24 0	30 460	1260
A_3	48 0	46 200	58 0	44 700	40 0	26 0	900
A_4	56 0	34 500	50 600	54 0	42 0	28 0	1100
b_j	760	700	600	740	860	900	4560

3. Să se determine o soluţie iniţială a problemei de transport din tabelul 8.30, folosind metoda elementului minim pe coloană.

Rezolvare. Metodologic se procedează în felul următor: se alege variabila x_{i1} situată pe prima coloană ce corespunde celulei în care costul c_{i1} este minim.

$$c_{k1} = \min \{c_{11}, c_{21},\ldots,c_{m1}\} \ (k = 1, 2,\ldots,m)$$

Se determină apoi $x_{k1} = \min \{a_k, b_1\}$

Dacă $a_k < b_1 \Rightarrow x_{k1} = a_k;\ x_{k2} = x_{k3} = \ldots = x_{1n} = 0$

Tabelul 8.33

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	a_i
A_1	78 0	66 0	74 0	62 0	38 860	50 440	1300
A_2	34 760	52 0	64 0	36 500	24 0	30 0	1260
A_3	48 0	46 0	58 200	44 240	40 0	26 460	900
A_4	56 0	34 700	50 400	54 0	42 0	28 0	1100
b_j	760	700	600	740	860	900	4560

Se suprimă linia **k** şi procedeul se repetă, alegând variabila x_{i1} situată pe prima coloană şi care corespunde costului minim rămas după suprimarea liniei **k**. Dacă $a_k > b_1 \Rightarrow x_{k1} = b_1 \Rightarrow x_{11} = x_{21} = \ldots = x_{k-}$

Scanned with OKEN Scanner

$x_{1,1} = x_{k+1,1} \ldots = x_{m,1} = 0$, se suprimă prima coloană şi procedeul se continuă cu coloana doua.

Procedeul se repetă analog şi cu celelalte coloane.

Pentru exemplul considerat se procedează în felul următor.

$$\min\{c_{k1}\} = c_{21} = 34 \ (k = 1, 2, 3, 4)$$

$x_{21} = \min\{1260, 760\} = 760 \Rightarrow x_{11} = x_{31} = x_{41} = 0$

$\min\{c_{k2}\} = c_{42} = 34 \ (k = 1, 2, 3, 4)$

$x_{42} = \min\{1100, 700\} = 700 \Rightarrow x_{21} = x_{22} = x_{32} = 0.$

$\min\{c_{k3}\} = c_{43} = 50.$

$x_{43} = \min\{1100\text{-}700, 600\} = 400.$

Elementul minim rămas pe coloană după c_{43} este $c_{33} = 58$. Rezultă $x_{33} = \min\{900, 600\text{-}400\} = 200 \Rightarrow x_{13} = x_{23} = 0$.

Procedând în mod analog şi cu celelalte coloane rămase se obţine soluţia iniţială de bază în tabelul 8.33.

Funcţia scop are valoarea:

$f_0 = 34.760 + 34.700 + 58.200 + 50.400 + 36.500 +$
$+ 44.240 + 38.860 + 50.440 + 26.460 = 176\,440$

4.Să se determine o soluţie iniţială a problemei din tabelul 8.30, folosind metoda costului minim al matricei.

Rezolvare. Metodologic se procedează în felul următor: se alege variabila x_{ij} care corespunde celulei în care costul c_{ij} este minim. Dacă $c_{rk} = \min_{i,j}\{c_{ij}\}$

Se determină:

$$x_{rk} = \min\{a_r, b_k\}$$

Tabelul 8.33

A_i \ B_j	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	a_i
A_1	78 360	66 0	74 200	62 740	38 0	50 0	1300
A_2	34 400	52 0	64 0	36 0	24 860	30 0	1260
A_3	48 0	46 0	58 0	44 0	40 0	26 900	900
A_4	56 0	34 700	50 400	54 0	42 0	28 0	1100
b_j	760	700	600	740	860	900	4560

Procedeul se repetă în mod analog până ce toate valorile x_{ij} au fost determinate.

Pentru exemplul considerat se procedează în felul următor. Se determină:

Scanned with OKEN Scanner

$$\min_{i,j}\{c_{ij}\} = c_{25} = 24 \quad (i = 1, 2, 3, 4), (j = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$$

$$x_{26} = \min\{1260, 860\} = 860$$

Elementul minim rămas după c_{25} în matrice este:

$$c_{36} = 26$$

Deci:

$$x_{36} = \min\{900, 900\} = 900$$

Repetând procedeul cu celelalte celule ale matricei se obține soluția din tabelul 8.34.

Funcția scop va avea valoarea:

$$f_0 = 78.360 + 34.400 + 34.700 + 74.200 + 50.400 + 62.740 + 24.860 + 26.900 = 190\,200$$

Observații. După obținerea unei soluții inițiale de bază, prin una din metodele prezentate, se procedează la verificarea ei pentru a şti dacă este optimă.

În cazul în care se constată că nu este optimă se trece la îmbunătățirea ei, micşorând funcția scop dacă se cere minimizarea ei sau majorând-o dacă se caută maximul. Metoda **diferențelor comparate** permite obținerea unei soluții optime fără a cunoaşte o soluție inițială de bază.

Probleme de programare liniară. Programarea liniară permite rezolvarea multor probleme practice dintre care se citează câteva:

1. Probleme de programare în transporturi pentru unele produse (materii prime, materiale de construcții, bunuri de larg consum) de la centrele de producție unde aceste produse sunt disponibile, la centrele de consum unde ele sunt necesare.

2. Probleme de programare a activităților din industrie şi agricultură.

3. Probleme de repartizare optimă a parcului mijloacelor de transport.

4. Stabilirea poziției de amplasare a conductelor de gaz sau petrol, a unui cablu electric de înaltă tensiune, astfel ca suma distanțelor de la punctele de deservire să fie minime.

5. Probleme ale nivelului de trai.

6. Probleme ale legăturilor dintre ramurile de producție în macroeconomie.

7. Probleme de folosire optimă a capacității de producție a secțiilor unor întreprinderi, ținând seama de numărul, tipul şi productivitatea maşinilor-unelte şi a celorlalte utilaje existente.

8. Probleme de stabilire a poziției de amplasare a unor depozite, magazii de scule, a unor betoniere în incinta unor şantiere etc., astfel ca distribuția materialelor să se facă cu număr optim de transporturi în unitatea de timp, cu minimum de lucru mecanic sau într-un timp total minim.

Scanned with OKEN Scanner

9. Întocmirea unui program optim de repartizare a mijloacelor de transport existente într-un număr redus de centre, în raport cu nevoile de efectuare a unor transporturi de mărfuri (de exemplu: dirijarea vagoanelor din stațiile mari, în stațiile ce urmează a fi încărcate), astfel încât parcursul gol al vagoanelor de marfă să fie redus la minimum.

10. Problema nutriției.

11. Problema rației furajere optime la animale, adică determinarea cantităților diferitelor furaje ce trebuie să intre în compunerea unei rații zilnice, astfel încât principiile nutritive să fie respectate, iar costul rației să fie minim.

12. Repartiția culturilor pe grupe de fertilitate, astfel încât, ținând seama de producția medie şi de cheltuielile ce revin la hectar, planul de producție să se realizeze cel puțin în cantitățile prevăzute la fiecare cultură, cu un total minim de cheltuieli (sau ca un beneficiu total maxim).

13. Întocmirea unui program optim de repartiție a îngrăşămintelor fertilizante, ținând seama de felul culturii, gradul de fertilitate a diferitelor categorii de soluri, suprafețele corespunzătoare şi de cantitatea totală de îngrăşăminte existentă.

14. Probleme de întocmire a unui program optim de fabricație pentru mai multe produse, care urmează a fi prelucrate la un număr oarecare de utilaje tehnologice, astfel încât ciclul total de fabricație să fie minim (reducând la minimum întreruperile în timpul funcționării maşinilor, precum şi timpul de aşteptare a produselor ce urmează a fi prelucrate).

15. Probleme de regrupare a unor unități militare speciale.

16. Probleme de asigurare cu materiale strategice a unor consumatori speciali.

17. Probleme de aprovizionare a navelor în larg sau a avioanelor în zbor.

18. Probleme de asigurare cu muniții a unor trageri de luptă într-un poligon.

19. Stabilirea numărului optim de instalații antiaeriene pentru apărarea unui obiectiv special etc.

Pentru rezolvarea problemelor de programare liniară s-a elaborat un model matematic adecvat. Enunțul unei asemenea probleme de programare liniară se face pe baza următoarelor definiții:

Definiția 1. Să se determine numerele $x_1, x_2, \ldots, x_n$ care să maximizeze (sau să minimizeze) o funcție liniară de forma:

$$f = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \ldots + c_n x_n \qquad (8.13)$$

şi să satisfacă condițiile:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \ldots + a_{1n}x_n \le b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \ldots + a_{2n}x_n \ge b_2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \ldots + a_{kn}x_n = b_k \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \ldots + a_{mn}x_n < b_m \end{cases} \quad (8.14)$$

valorile necunoscutelor trebuind să fie nenegative, adică:

$$x_1 \ge 0, x_2 \ge 0, \ldots, x_n \ge 0; \quad m < n \quad (8.15)$$

a_{ij}, b_i, c_j fiind numere reale date.

Funcția (8.13) a cărei maxim (sau minim) se cere se numeşte ***funcție obiectiv (scop, criteriu, de eficiență, de optimizat*** etc.).

Sistemul de inecuații (8.14) reprezintă restricțiile problemei, iar (8.15) se numesc condiții de nenegativitate.

Definiția 2. Un sistem de **n** numere reale x_j **(j = 1, 2,..., n)** ce satisfac condițiile (8.14) şi (8.15) se numeşte ***soluție admisibilă (posibilă, realizabilă)***.

Definiția 3. Dacă printre cele **n** numere reale ce satisfac condițiile (8.14) avem $x_j < 0$ soluția se numeşte ***neadmisibilă (nerealizabilă)***.

Definiția 4. Un sistem de **m** valori $x_j \ge 0$ şi de **n – m** valori $x_j = 0$ care verifică sistemul (8.14) se numeşte ***soluție de bază admisibilă***.

Definiția 5. ***Soluția optimă*** este o soluție da bază admisibilă pentru care funcția obiectiv devine maximă (sau minimă).

Definiția 6. Programul (8.13), (8.14) şi (8.15) se numeşte ***program liniar canonic***.

Sistemul de inecuații (8.14), care reprezintă restricțiile problemei, poate fi transformat într-un sistem de ecuații cu ajutorul unor ***variabile ecart (auxiliare, de compensare, de abatere)***.

Deci, un program liniar canonic poate fi adus la ***forma standard*** dacă se adaugă, respectiv se scade o variabilă ecart ($x_i^e \ge 0$) din membrul stâng al fiecărei inecuații, care reprezintă restricțiile problemei.

Prin urmare, un ***program standard*** se scrie sub forma:

Scanned with OKEN Scanner

$$\begin{cases} f = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j \\ \sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j + x_i^e = b_i \quad (i = 1,2,\ldots,m) \\ x_j, x_i^e \geq 0 \quad (i = 1,2,\ldots,m) \\ \qquad\qquad (j = 1,2,\ldots,n) \end{cases} \tag{8.16}$$

Pentru a se obține soluția optimă a unui program liniar care conține m inecuații cu două necunoscute, adică care are una din formule:

$$\begin{cases} f = c_1 x_1 + c_2 x_2 = \min \\ a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 \geq b_i \\ x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0 \end{cases} \tag{8.17}$$

sau,

$$\begin{cases} f = c_1 x_1 + c_2 x_2 = \max \\ a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 \leq b_i \\ x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0 \\ \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \end{cases} \tag{8.18}$$

se procedează în felul următor.

1. Folosind teoremele cu privire la separarea planului în regiuni de către o dreaptă, se construieşte poligonul convex P al soluțiilor admisibile definit de restricțiile problemei. Acest poligon va fi situat în cadranul I (deoarece $x_1 \geq 0$, $x_2 \geq 0$) şi va avea cel mult p laturi $p \leq m + 2$.

2. Se construieşte dreapta Δ_0: $c_1x_1 + c_2x_2 = 0$ ce trece prin originea sistemului (aceasta se numeşte ***linia de reper***).

3. Se deplasează dreapta Δ_0 paralel cu ea însăşi până întâlneşte primul vârf al poligonului P. Acest vârf fiind cel mai apropiat de dreapta Δ_0, coordonatele lui conduc la un minim al ***funcției scop*** (vezi propoziția P_1).

4. Dacă se cere maximizarea funcției f se deplasează dreapta Δ_0 paralel cu ea însăşi până va trece prin vârful cel mai îndepărtat de dreapta Δ_0. Coordonatele lui conduc la un maxim al funcției scop.

Scanned with OKEN Scanner

Propoziția P_1: Valoarea funcției scop este proporțională cu distanța de la originea axelor de coordonate la dreapta ce reprezintă funcția scop.

Pentru a demonstra propoziția se consideră funcția scop: $f = c_1x_1 + c_2x_2$ şi să observăm că ecuația $c_1x_1 + c_2x_2 - f = 0(\Delta)$ reprezintă un fascicul de drepte paralele cu linia de reper (Δ_0):

$$c_1x_1 + c_2x_2 = 0$$

Se construieşte poligonul convex al soluțiilor admisibile:

$$\begin{cases} a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 \le b_i \\ x_1 \ge 0, \quad x_2 \ge 0 \end{cases}$$

şi să presupunem că se prezintă în figura 8.7.

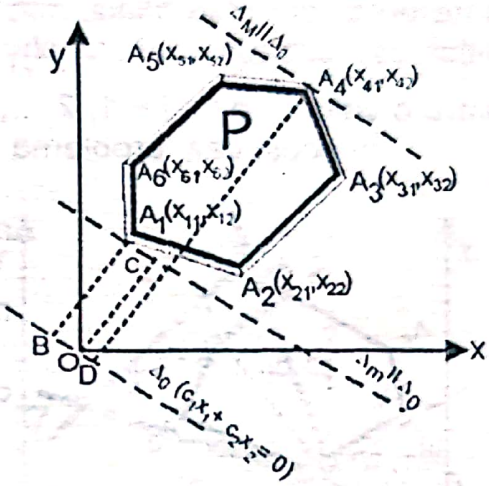


Fig.8.7

Distanța de la **0(0,0)** la dreapta **(Δ): $c_1x_1 + c_2x_2 = 0$** este:

$$d = \frac{|-f|}{\sqrt{c_1^2 + c_2^2}} = \frac{f}{k}$$

unde:

$$k = \sqrt{c_1^2 + c_2^2} > 0$$

Deci: **f = k.d**

Prin urmare: $f_{min} = k.d_{min}$ şi $f_{max} = k.d_{max}$

Observație. Întrucât OBA_1C este un dreptunghi deoarece s-a construit cu condițiile $\Delta_m \| \Delta_0$, $A_1B \perp \Delta_0$ şi $OC \perp \Delta_m$ rezultă că $OC = BA_1$.

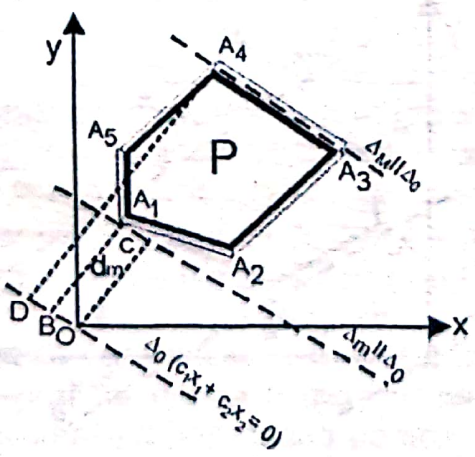


Fig.8.8

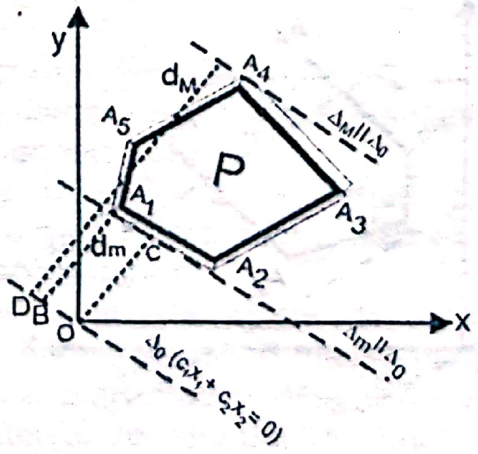


Fig.8.9

Cum **OC** reprezintă pe **d**, rezultă că $BA_1 = d$ şi deci funcția scop ia valoarea minimă pentru punctul A_1 care are distanța față de

linia de reper minimă, şi ia valoarea maximă pentru punctul A_4 care are distanța maximă față de linia de reper.

Avem: $\max f = c_1x_{41} + c_2x_{42}$ $A_4B = d_M$

$\min f = c_1x_{11} + c_2x_{12}$ $A_1B = d_m$

Cazuri particulare:

1. Dacă una din laturile poligonului P este paralelă cu dreapta Λ_0, atunci va fi satisfăcută una din relațiile:

$$\frac{c_1}{a_{i1}} = \frac{c_2}{a_{i2}}$$

pentru o valoare a lui **i = 1, 2,...,m**.

În acest caz, problema poate admite:

- o infinitate de soluții de maxim şi un minim, figura 8.8;
- o infinitate de soluții de minim şi un maxim, figura 8.9;
- o infinitate de maxime şi o infinitate de minime, figura 8.10.

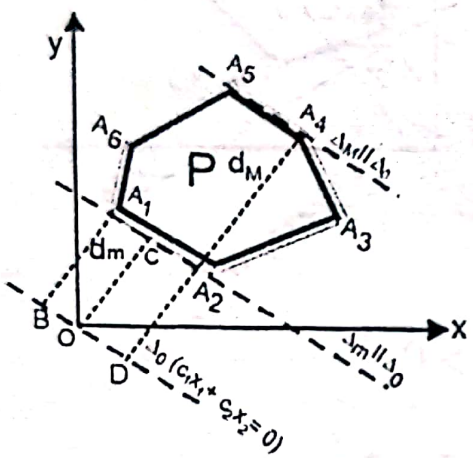


Fig.8.10

Mulțimile soluțiilor optime va fi dată de coordonatele tuturor punctelor situate pe acea latură a poligonului P care este paralelă cu dreapta Λ_0.

De exemplu, în figura 8.8, **max f**, este dat de coordonatele punctelor situate pe segmentul A_3A_4, iar **min f**, de coordonatele punctului A_1.

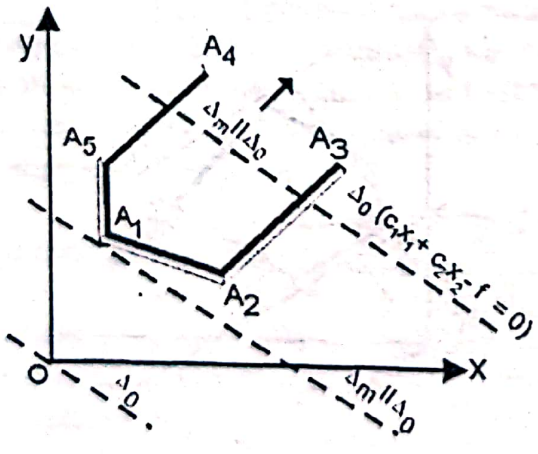


Fig.8.11

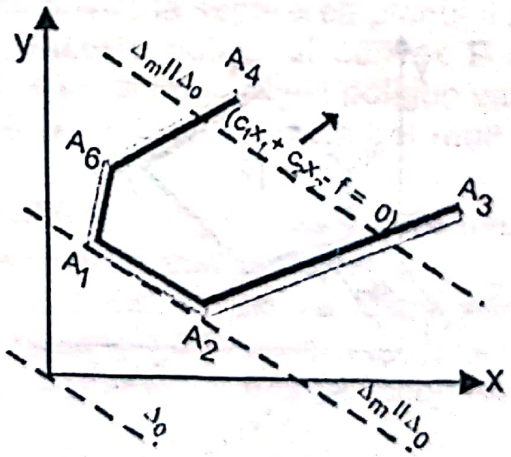


Fig.8.12

2. Dacă poligonul P este nemărginit (are puncte la infinit) problema poate admite:

Scanned with OKEN Scanner

- o soluție maximă infinită și un minim, figura 8.11;
- o soluție maximă infinită și o infinitate de minime, figura 8.12.

În astfel de cazuri funcția scop poate crește oricât fără a avea un maxim finit sau poate descreşte oricât fără a avea un minim finit.

3. Dacă poligonul P se reduce la un punct, maximul și minimul funcției au aceeaşi valoare, figura 8.13. Problemele practice de acest fel sunt lipsite de sens.

4. Dacă poligonul soluțiilor admisibile este vid, programul liniar nu are soluții. Sistemul de inecuații este incompatibil, restricțiile problemei sunt contradictorii.

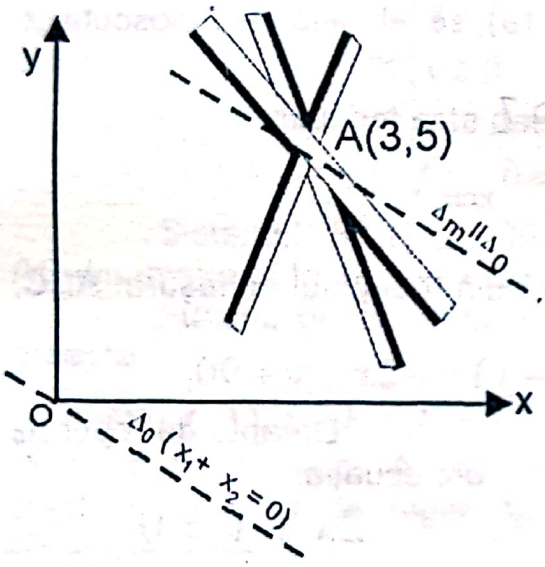


Fig.8.13

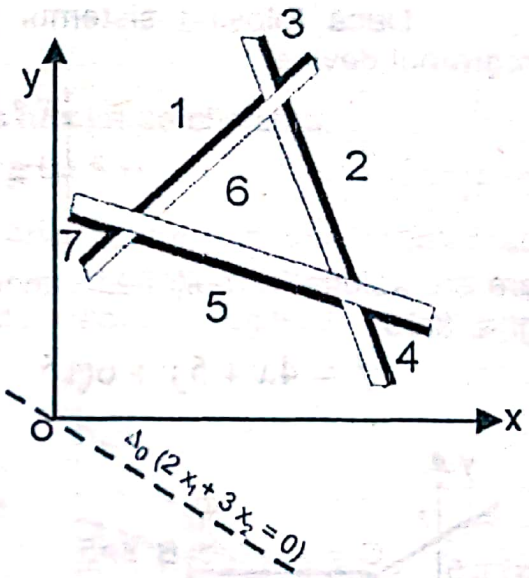


Fig.8.14

Din figura 8.14 reiese că nici una din cele şapte regiuni nu satisfac simultan toate restricțiile problemei, deci poligonul soluțiilor admisibile este vid. Programul dat nu admite soluții.

În continuare, se prezintă o serie de exemple care evidențiază modul de folosire a programării liniare pentru rezolvarea unor probleme din domeniile menționate anterior.

1. Un magazin universal primeşte marfă de la trei depozite care folosesc în acest scop. Primul depozit 6 maşini pentru transport, al doilea 5 maşini, iar al treilea 8 maşini. Magazinul are programat să primească pentru un interval de timp dat 15 maşini cu marfă.

Cunoscând că un transport costă de la fiecare depozit 40, 50 şi 60 unități monetare, să se determine programarea maşinilor aşa încât să rezulte un cost total minim pentru transport.

Rezolvare. Se notează cu **x, y** şi **z** numărul de maşini pe care trebuie să-l trimită fiecare depozit.

Din datele problemei rezultă următorul program liniar:

Condiţiile de lucru:

$$\begin{cases} x+y+z=15 \\ 0\le x\le 6 \\ 0\le y\le 5 \\ 0\le z\le 8 \end{cases} \qquad (8.19)$$

Funcţia de eficienţă:

$$f_{\min}=4x+5y+6z \qquad (8.20)$$

Dacă folosind sistemul (8.19) se elimină necunoscuta z, programul devine:

$$\begin{cases} x+y\ge 7 \\ 0\le x\le 6 \\ 0\le y\le 5 \end{cases}$$

care are soluţia în mulţimea punctelor din triunghiul nehaşurat **ABC**, figura 8.15.

$$f=4x+5y+6(15-x-y)=-2x-y+90$$

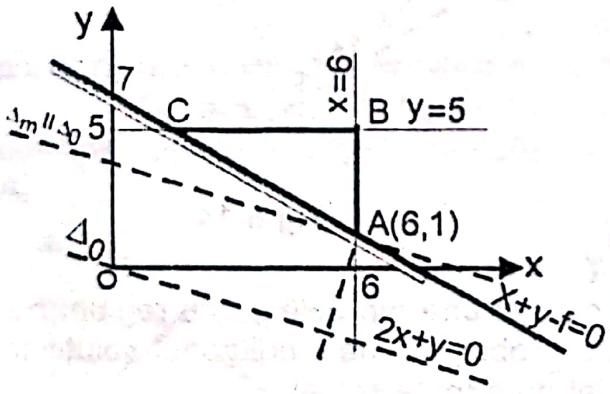


Fig.8.15

Dreapta de reper Δ_0 are ecuaţia:

$$2x+y=0$$

Din reprezentarea grafică, din figura 8.15, rezultă că punctul cel mai apropiat de linia de reper Δ_0 este punctul **A(6,1)** şi deci soluţia problemei va fi: **x = 6, y = 1** şi **z = 8.**

Concluzii.

a. Cele trei depozite vor trimite maşinile de transport astfel:

- primul, toate cele 6 maşini;
- al doilea, o singură maşină;
- al treilea, toate cele 8 maşini.

b. Costul minim al transporturilor va fi:

f = 40.6 + 50.1 + 60.8 = 770 unităţi monetare

2. O societate de transport urban foloseşte pentru cursele sale zilnice 20 de autobuze de două categorii, C_1 şi C_2.

Cheltuielile de investiţii şi venitul net pentru fiecare autobuz sunt, în unităţi monetare, cele din matricea alăturată:

Scanned with OKEN Scanner

	C_1	C_2
Investitii	1	3
Venit net	4	5

Cunoscând că societatea de transport dispune de cel mult 30 unităţi monetare, se cere în cazul soluţiei optime:

a. repartiţia autobuzelor în circulaţie;
b. venitul net maxim realizat.

Rezolvare. Se notează cu **x** şi **y** numărul de autobuze în circulaţie de categoriile C_1 şi C_2.

Din datele problemei rezultă următorul program liniar:

- condiţii de lucru:

$$\begin{cases} x+y=20 \\ x+3y\le 30 \\ x\ge 0 \\ y\ge 0 \end{cases} \qquad (8.21)$$

- venitul net este dat de funcţia de eficienţă:

$$f_{\max}=4x+5y \qquad (8.22)$$

Sistemul (8.21) are ca soluţie numai punctele segmentului **AB** din interiorul triunghiului nehaşurat, din figura 8.16.

Funcţia de eficienţă capătă valoarea maximă numai când dreapta:

$$(\Delta_M): 4x+5y-f=0$$

trece prin punctul **A** cel mai depărtat de linia de reper Λ_0 de ecuaţie **4x+5y=0**.

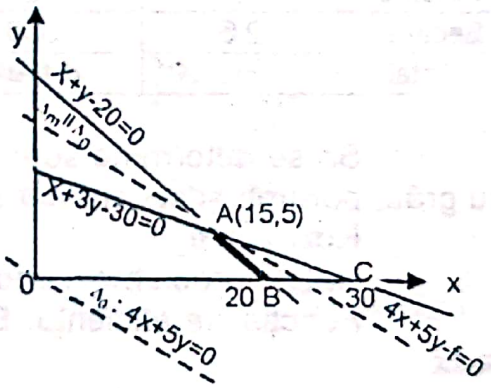


Fig.8.16

Rezolvând sistemul:

$$\begin{cases} x+y=20 \\ x+3y=30 \end{cases}$$

se obţin valorile **x = 15** şi **y = 5**.

Concluzii.

a. folosirea a **15** autobuze de categoria C_1 şi **5** C_2 aduce societăţii de transport venitul net maxim egal cu:

f_{max} **= 4.15 + 5.5 = 85** unităţi monetare

b. orice alt punct al segmentului **AB** conduce la o soluţie dar singurul punct care maximizează funcţia este punctul **A**.

c. o altă caracterizare a maximului funcţiei de eficienţă se face prin ordonata sa la origine.

Scanned with OKEN Scanner

Scriind ecuația (8.22) ca ecuația unei drepte oarecare:

$$y = -\frac{4}{5}x + \frac{f}{5}$$

se constată că funcția capătă valoarea maximă când ordonata la origine a dreptei (8.22) este maximă. Acest lucru se obține când dreapta trece prin punctul A.

5. O fermă agricolă dispune de 10 000 hectare teren arabil destinat culturilor de grâu, porumb şi secară şi de un fond de rulment de 4.100.000 unități monetare.

Se cunosc datele din tabelul următor, tabelul 8.34.

Tabelul 8.34

Felul culturii	Producția medie la ha în tone	Cheltuielile de prod. în u.m./ha	Beneficiul în u.m./tonă	Prod. planificată în tone (cel puțin)	Suprafața în ha.
Grâu	4	450	800	6000	x
Porumb	5	400	600	8000	y
Secară	2,5	350	500	5000	z
Total	-	$4,1.10^6$	B	19.10^3 t.	10.000

Să se determine suprafețele x, y, z ce urmează a fi cultivate cu grâu, porumb şi secară pentru a se realiza un beneficiu maxim.

Rezolvare.

Datele problemei conduc la următorul program liniar:

Funcția de eficiență: **B = 4. 800 x + 5.600 y + 2,5.500 z = max**

- cu condițiile:

$$\begin{cases} x + y + z = 10000 \\ 450x + 400y + 350z \le 4100000 \\ 4x \ge 6000 \\ 5y \ge 8000 \\ 2,5z \ge 5000 \end{cases}$$

Întrucât problema conține o restricție sub formă de egalitate, se poate elimina una din necunoscute. Eliminarea lui **z** ne conduce la un program liniar cu două necunoscute **x** şi **y**.

Scanned with OKEN Scanner

$$\begin{cases} z = 10000 - x - y \\ 2x + y \le 12000 \\ x \ge 1500 \\ y \ge 1600 \\ x + y \le 8000 \end{cases}$$

iar **B = 1950 x + 1750 y + 125.10⁶ = max**, devine:

$$y = -\frac{39}{35}x + \frac{B - 125.10^5}{1750}$$

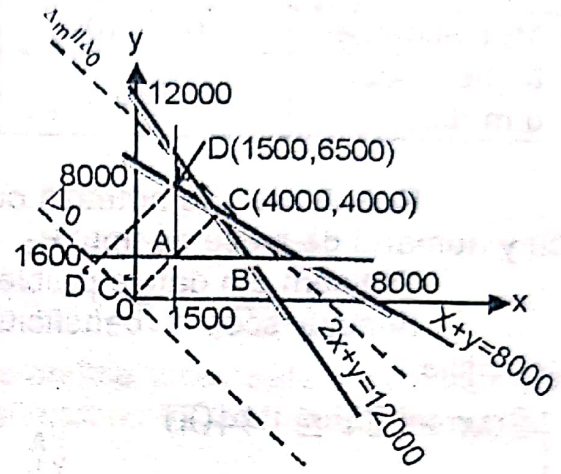


Fig.8.17

Construind poligonul soluțiilor admisibile **ABCD** și linia de reper **Δ₀ (39 x + 35 y = 0)**, se constată că vârful cel mai îndepărtat de dreapta Δ₀ este **C(4000,4000)**.

Într-adevăr:

$$d_1 = CC' = \frac{39.4000 + 35.4000}{\sqrt{39^2 + 35^2}} = \frac{296000}{\sqrt{39^2 + 35^2}}$$

$$d_2 = DD' = \frac{39.1500 + 35.6500}{\sqrt{39^2 + 35^2}} = \frac{286000}{\sqrt{39^2 + 35^2}}$$

Deci punctul **C** corespunde unui maxim al funcției obiectiv B deoarece:

$$d_1 > d_2$$

Deci se obține: **x = 4000 ha, y = 4000 ha, z = 10 000 – 8000 = 2000 ha.** și **maxB = 4.800.4000 + 5.600.4000 + 2,5.500.2000 = 27 300 000.**

Concluzii. Dacă ferma agricolă va cultiva 4000 ha cu grâu, 4000 ha cu porumb și 2000 ha cu secară, va realiza un beneficiu maxim de 27 000 000 unități monetare. În aceste condiții:

- producția de grâu va fi de 4.4000 = 16 000 tone (cu 10 000 tone peste cea prevăzută);
- producția de porumb va fi de 5.4000 = 20 000 tone (cu 12 000 tone peste cea prevăzută);
- producția de secară va fi 2,5.2000 = 5000 tone (cantitatea prevăzută inițial).

4. Într-un atelier mecanic, dotat cu mașini-unelte din categoria strungurilor, frezelor și rabotezelor, trebuie să se prelucreze mecanic două tipuri de piese P_1 și P_2.

Timpii de prelucrare a pieselor t_{ij} care sunt în funcție de felul mașinii-unelte și de tipul piesei, precum și capacitățile de prelucrare C_i ale mașinilor-unelte M_i **(i = 1, 2, 3)** în timp de o lună (minute/lună) și beneficiul b_j exprimat în unități monetare/bucată obținut la piesa de tipul P_j **(j = 1, 2)** sunt prezentate în tabelul 8.35.

Tabelul 8.35

M_i \ P_j	P_1	P_2	c_i minute/lună
M_1 (strunguri)	$t_{11} = 20$	$t_{12} = 12$	14.400
M_2 (freze)	$t_{21} = 12$	$t_{22} = 16$	9.600
M_3 (raboteze)	$t_{31} = 10$	$t_{32} = 25$	12.000
b_j (beneficul, u.m./buc)	120	150	

Rezolvare. Se notează cu x numărul de piese de tipul P_1 și cu y numărul de piese de tipul P_2.

Obținem din datele problemei următorul program liniar:

Funcția scop = beneficiul **maxim B = 120 x + 150 y** cu condițiile:

$$\begin{cases} 20x + 12y \le 14400 \\ 12x + 16y \le 9600 \\ 10x + 25y \le 12000 \\ x \ge 0 \quad y \ge 0 \end{cases}$$

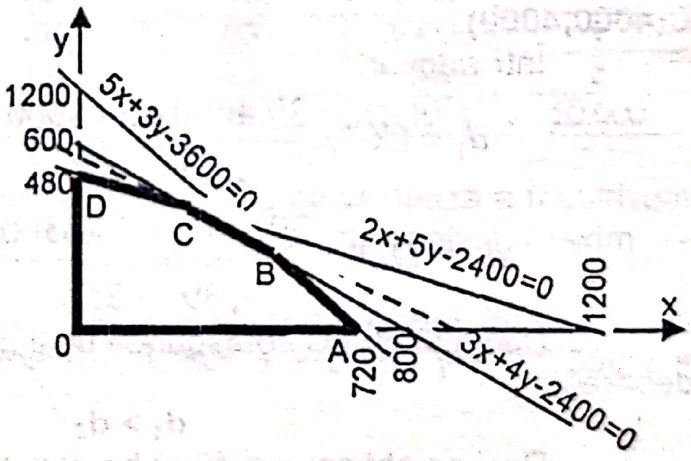


Fig.8.18

Se construiește poligonul soluțiilor determinat de dreptele:

$$5x + 3y - 3600 = 0 \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{pentru } x = 0,\ y = 1200 \\ \text{pentru } y = 0,\ x = 720 \end{array}$$

$$3x + 4y - 2400 = 0 \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{pentru } x = 0,\ y = 600 \\ \text{pentru } y = 0,\ x = 800 \end{array}$$

$$2x + 5y - 2400 = 0 \;\Big|\; \begin{array}{l} \text{pentru } x = 0,\ y = 480 \\ \text{pentru } y = 0,\ x = 1200 \end{array}$$

$$x = 0,\ y = 0$$

Scanned with OKEN Scanner

Se constată că problema admite **5** soluții de bază care corespund vârfurilor **0, A, B, C, D.**

$$B_{\max} = 120x + 150y$$

conduce la relația:

$$y = -\frac{4}{5}x + \frac{B}{150}(\Delta_0)$$

ordonata la origine **B/150** va fi maximă când dreapta Δ_0 trece prin vârful **C.**

Rezolvând sistemul format din ecuațiile dreptelor:

$$\begin{cases} 3x + 4y - 2400 = 0 \\ 2x + 5y - 2400 = 0 \end{cases}$$

se obține:

$$x = \frac{2400}{7} \approx 342 \qquad y = \frac{2400}{7} \approx 342$$

$$\max B = 120 \times 342 + 150 \times 342 = 92340 \ u.m.$$

Concluzie. Dacă se vor planifica lunar câte 342 piese din fiecare tip, beneficiul va fi maxim şi egal cu **92.340** unități monetare. În aceste condiții:

- maşina M_1 va lucra 10.944 minute (sub capacitatea maximă);
- maşina M_2 va lucra 9.576 minute, iar maşina M_3 va lucra 11.970 minute (ceea ce reprezintă condițiile de aproximare a capacității lor maxime).

5.Pentru un organism cu o cheltuială moderată de energie sunt necesare cel puțin 4000 de calorii şi 100 grame proteine pe zi.

Se cunoaşte că 1 kg de pâine conține 2400 calorii şi 50 grame proteine şi costă 4 unități monetare; 1 kg de scrumbie gătită conține 1800 calorii, 200 grame proteine şi costă 16 unități monetare.

Se cere să se determine cantitatea de pâine şi cantitatea de scrumbie care trebuie consumată de om într-o zi pentru a asigura necesarul biologic (minimum 4000 calorii şi 100 grame proteine) la un preț de cost minim.

Rezolvare. Se notează cu **x** cantitatea de scrumbie ce urmează a fi consumată, iar cu **y** cantitatea de pâine şi se obține următorul program liniar:

Funcția obiectiv: **C = 16 x + 4 y = min.**

Restricțiile problemei:

$$\begin{cases} 1880x + 2400y \geq 4000 \\ 200x + 50y \geq 100 \\ x \geq 0 \quad y \geq 0 \end{cases}$$

sau:

Scanned with OKEN Scanner

$$C = 16x + 4y = \min$$
$$\begin{cases} 9x + 12y \geq 20 \\ 4x + y \geq 2 \\ x \geq 0 \quad y \geq 0 \end{cases}$$

Construind poligonul soluțiilor admisibile se constată că acesta este nemărginit, figura 8.19.

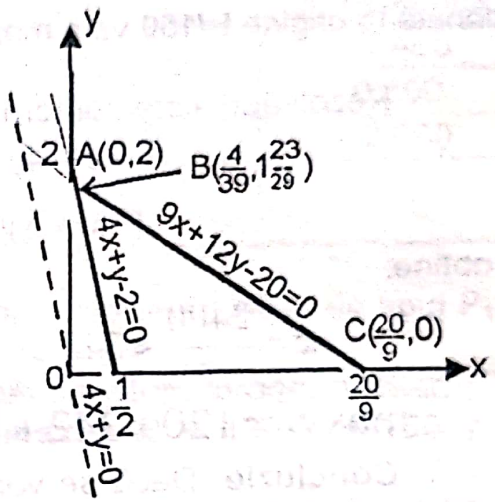


Fig.8.19

Latura **AB** situată pe dreapta **4 x + y – 2 = 0** fiind paralelă cu dreapta Δ_0 de reper (**4 x + y = 0**) problema admite o infinitate de soluții de minim. Rezultă că se poate alege ca soluție minimă oricare din punctele situate pe latura **AB**.

Soluția care corespunde punctului **B** este:

$$x = \frac{4}{39} \qquad y = 1\frac{23}{29}$$

$$\min C = 16 \times \frac{4}{39} + 4 \times \frac{62}{39} = \frac{64}{39} + \frac{248}{39} = \frac{312}{39} = 8 \ u.m.$$

Deci, meniul va fi compus din ≈103 grame de scrumbie şi ≈1,588 kg de pâine, iar prețul de cost va fi de 8 unități monetare. În aceste condiții avem asigurat la limită necesarul biologic de 4000 calorii şi 100 grame proteine.

Observații. Dacă ne deplasăm de la **B** la **A** scade cantitatea de scrumbie şi creşte cea de pâine, ceea ce este neplăcut din punct de vedere gastronomic, dar costul va rămâne la valoarea minimă.

Dacă punctul ales se deplasează pe dreapta **BC**, cantitatea de pâine se micşorează şi creşte cantitatea de scrumbie, dar va creşte şi costul.

În practică, problemele care admit o infinitate de soluții optime prezintă un interes deosebit, deoarece avem posibilitatea să alegem soluția care convine mai bine din punct de vedere tehnic sau organizatoric şi se adaptează mai bine situației locale existente în acel moment şi din alte puncte de vedere ce nu au putut fi luate în considerare la întocmirea programului.

Scanned with OKEN Scanner

CAP.9. CALITATEA ŞI FIABILITATEA PRODUSELOR

9.1. Conceptul de calitate a produselor

Calitatea este o noţiune complexă şi dinamică incluzând în conţinutul său o serie de condiţii tehnice, economice, estetice, ergonomice, de fiabilitate şi mentenabilitate etc.

Pe plan economic, calitatea reprezintă o expresie a măsurii în care produsele, lucrările şi serviciile satisfac cerinţele societăţii în limitele unui cost global. În viziune modernă, produsul este purtătorul material al unui serviciu, al unei misiuni şi în consecinţă produsul trebuie să îndeplinească anumite condiţii care definesc noţiunea de calitate. Unele laturi calitative ale produsului se manifestă numai în sfera consumului iar altele în sfera producţiei. Astfel, particularităţile unui produs referitoare la calitatea de conformitate sau reproductibilitate se manifestă în sfera producţiei şi rămân necunoascute pentru consumator. Beneficiarul este în general interesat numai în modul cum un produs răspunde necesităţilor sale, ce fiabilitate are şi ce mentenanţă necesită. Calitatea produsului este astfel un concept complex incluzând factori de concepţie, fabricaţie şi utilizare. Se poate utiliza următoarea expresie de estimare a calităţii produsului:

$$Q = q_u.\varphi(c).\varphi(p) \qquad (9.1)$$

În care q_u este calitatea definită de cerinţele beneficiarului (calitatea de utilizare); $\varphi(c)$ – indicator al caracteristicilor de calitate realizabile prin documentaţie (calitatea de concepţie); $\varphi(p)$ – indicator al nivelului de conformitate a producţiei (fabricaţie) faţă de prevederea din documentaţia tehnică (calitatea fabricaţiei).

Calitatea produselor se prevede la concepţie şi proiectare, se obţine în procesul de producţie şi se manifestă în exploatare sau în procesul de consum. Acest lucru pune în evidenţă două noţiuni importante: calitatea produselor şi calitatea producţiei, noţiuni într-un raport de interdependenţă dar şi cu trăsături distincte, specifice fiecăreia. Calitatea producţiei reflectă calitatea produselor în fabricaţie, laturile activităţii de concepţie, tehnologice şi organizatorice ale producţiei. Calitatea produselor reprezintă expresia finală a calităţii proceselor de producţie care sintetizează nivelul tehnic, performanţele constructiv-funcţionale şi economice precum şi aspecte de ordin estetic.

Asigurarea calităţii este un proces cuprinzător care începe în faza proiectării şi a stabilirii soluţiilor tehnice, se desfăşoară de-a lungul întregului proces şi se încheie prin verificarea comportării produselor în exploatare.

Scanned with OKEN Scanner

În raport cu natura şi efectul pe care îl au în procesul de utilizare caracteristicile de calitate ale produselor se grupează pe următoarele tipologii: tehnice, psiho-senzoriale, de disponibilitate, economice, cu caracter social general.

a. **Caracteristici tehnice**. Se referă la însuşirile imanente ale valorii de întrebuinţare a produsului, ele conferind acestuia potenţialul de a satisface utilităţile consumatorilor. Se concretizează într-o serie de proprietăţi fizice, chimice, biologice etc., intrinsece structurii materiale a produsului şi determinate de concepţia constructiv-funcţională a acestuia. În general, caracteristicile tehnice sunt direct sau indirect măsurabile obiectiv, cu o precizie suficientă, prin mijloace tehnice.

b. **Caracteristici psihosenzoriale**. Vizează efectele de ordin estetic, organoleptic, ergonomic, pe care produsele le au asupra utilizatorilor, prin formă, culoare, gust, grad de confort etc. Pentru a le integra eficient în gradul de utilitate al produselor, producătorii trebuie să aibă în vedere permanent faptul că aceste caracteristici prezintă o mare variabilitate în timp şi spaţiu, că aprecierea lor se află sub incidenţa unor factori de natură subiectivă.

c. **Caracteristici de disponibilitate**. S-au impus ca o grupă distinctă de apreciere a calităţii, datorită proliferării produselor de folosinţă îndelungată cu complexitate tehnică din ce în ce mai ridicată. Ele reflectă aptitudinea produselor de a-şi realiza funcţiile utile de-a lungul duratei lor de viaţă, aptitudine definită prin două concepte fundamentale: fiabilitate şi mentenabilitate.

d. **Caracteristici economice şi tehnico-economice**. Se exprimă printr-o serie de indicatori cum sunt: costul de producţie, preţul, cheltuielile de mentenanţă, randamentul, gradul de valorificare a materiilor prime etc.

e. **Caracteristici de ordin social general**. Vizează efectele pe care le au sistemele tehnologice de realizare a produselor, precum şi utilizarea acestora asupra mediului natural, asupra siguranţei şi sănătăţii fizice şi psihice a oamenilor.

Pentru realizarea produselor, la parametrii calitativi superiori sunt antrenate, practic, toate compartimentele importante ale unităţii economice producătoare.

1. **Serviciile de cercetare ale pieţei şi desfacerii (marketing)** trebuie să evidenţieze necesităţile beneficiarilor şi să stabilească cerinţele de calitate ale produselor, ca rezultat optim între nevoile sau dorinţele beneficiarilor şi economicitatea producţiei, în condiţii de competitivitate ridicată pe piaţa de desfacere.

2. **Compartimentul de cercetare-dezvoltare** trebuie să evidenţieze posibilităţile optime de obţinere a unui nivel de calitate cât mai ridicat, pe baza asimilării noului în producţie.

3. **Proiectarea** trebuie să folosească "oferta" compartimentului de cercetare-dezvoltare astfel încât să conceapă

Scanned with OKEN Scanner

produsele corespunzător cerințelor calitative stabilite, să aleagă materialele, să stabilească caracteristicile de calitate, toleranțele, garanțiile şi să determine, prin calcul, fiabilitatea previzibilă; documentația constructivă se va definitiva după efectuarea probelor asupra prototipului.

4. **Compartimentul tehnologic** trebuie să aleagă utilajele şi echipamentul cel mai potrivit pentru fabricarea în condiții de calitate şi conform normelor prescrise şi să prevadă în documentația tehnologică toate condițiile de lucru (inclusiv pe cele de control) necesare asigurării calității.

5. **Aprovizionarea** trebuie să asigure materiile prime şi materialele de calitate prevăzute în specificații şi la termenele prescrise.

6. **Producția** trebuie să se desfăşoare cu respectarea strictă a condițiilor de calitate, atât în atelierele de prelucrare, cât şi în cele de ambalare, organizând autocontrolul şi controlul în lanț al calității operațiilor şi lucrărilor.

7. **Controlul tehnic de calitate (CTC)** trebuie să urmărească calitatea materiei prime şi materialelor intrate în fabricație, să verifice operațiile şi lucrările executate pe fluxul de producție, să controleze conformitatea produselor finite cu prevederile normelor de calitate, să execute măsurări de calitate şi fiabilitate şi să asigure valorificarea datelor obținute, să analizeze rebuturile şi cauzele acestora.

8. **Serviciul de asistență tehnică ("service")** trebuie să pună la dispoziția beneficiarilor instrucțiuni privind modul de folosire a produselor, precum şi necesarul de piese de schimb, să efectueze reparații în perioada de garanție, să culeagă informații în legătură cu modul de comportare a produselor la beneficiari.

9. **Conducerea unității economice** coordonează ansamblul preocupărilor privind calitatea, sprijină compartimentele de control şi analiza valorii în stabilirea programelor speciale pentru îmbunătățirea calității, ia decizii pe baza bilanțului calității, organizează acțiuni pentru dezvoltarea unei preocupări continue pentru creşterea calității produselor.

Dat fiind importanța tehnico-socială a calității produselor, aceasta este prevăzută, spre respectare, în diferite documente oficiale. Principalele documente care prevăd restricții pentru respectarea calității şi anumite condiții de calitate se menționează în continuare:

Standardele de stat care sunt un ansamblu de norme tehnice obligatorii prin care se stabilesc, potrivit nivelului dezvoltării tehnice într-un anumit moment, însuşirile tehnico-economice pe care trebuie să le îndeplinească un proces, o lucrare sau un anumit serviciu, precum şi prescripțiile privind recepția, marcarea, depozitarea, transportul etc. acestora, după caz. Standardele româneşti poartă un indicativ format din simbolul STAS, numărul de ordine respectiv şi ultimele două cifre ale anului intrării în vigoare. Primele standarde naționale ca şi prima organizație națională de standardizare au apărut în Anglia, începând din anul 1901. Au urmat

Scanned with OKEN Scanner

apoi Germania (1917), SUA şi Franţa (1918), URSS (1923) etc. În anul 1928 s-a înfiinţat Asociaţia Internaţională de Standardizare (ISA) care a devenit, din 1947, Organizaţia Internaţională de Standardizare (ISO), la care a aderat şi România.

Normele tehnice care pot fi norme departamentale (NTD) şi norme tehnice de întreprindere (NT). Normele tehnice reglementează condiţiile de calitate pe care trebuie să le îndeplinească un produs pentru a corespunde destinaţiei sale.

Caietele de sarcini care stabilesc prescripţiile de calitate în cazul produselor cu un grad mai mare de complexitate sau având o înaltă tehnicitate. Ele se elaborează prin colaborarea furnizorului cu beneficiarul, stabilindu-se, pe lângă nivelul de calitate al produsului şi modalităţile de recepţie, ambalare, metodele de control etc.

Certificatul de omologare care constituie documentul de bază prin care se face omologarea produsului. Omologarea se face în comun de părţile interesate cu scopul de a verifica dacă produsele noi – adică cele care se execută pentru prima dată sau au alţi parametri de bază – corespund documentaţiei tehnico-economice.

O importanţă deosebită în domeniul analizei calităţii produselor. Documentele care certifică calitatea produselor sunt.

Certificatul de calitate care certifică calitatea produselor în raporturile dintre producător şi beneficiar. Trebuie să menţioneze încercările fizice, chimice, mecanice, organoleptice şi probele la care a fost supus produsul în conformitate cu documentele tehnico-normative sau alte condiţii de calitate prevăzute în contract.

Certificatul de garanţie este documentul prin care se garantează calitatea produsului. Are dublul scop: confirmă calitatea produsului şi, respectiv, garantează pe cumpărător pentru remedierea viciilor aparente sau ascunse ivite în perioada garanţiei.

Buletinul de analiză. Este un document de certificare a calităţii, prin care se face o descriere detaliată a anumitor caracteristici fizice, mecanice etc. ale produsului. De regulă produsele pentru care se întocmeşte buletinul de analiză sunt atestate calitativ şi prin certificatul de calitate. Buletinul de analiză se emite de unitatea producătoare dacă are laboratoare proprii sau de laboratoarele altor unităţi, pe baza datelor înscrise în registrul de analize, probe, încercări.

9.2. Controlul calităţii produselor

În sensul cel mai larg, controlul de calitate reprezintă verificarea prin examinare, încercare, analiză etc. a conformităţii unui produs cu prescripţiile tehnice stabilite, cu respectarea regulilor de verificare a calităţii şi a metodelor de verificare (încercare, măsurare, analiză etc.) prescrise.

Scanned with OKEN Scanner

În concepția modernă, controlul de calitate nu se reduce la rolul pasiv de depistare, constatare şi înregistrare a defectelor calitative, ci are rolul activ de a influența activitatea productivă, în scopul prevenirii defectelor. Aceasta întrucât este mai eficient să se prevină apariția de produse necorespunzătoare decât să se ajungă la remedierea defectelor.

Controlul calității nu trebuie să intervină numai în faza finală, de produs finit, ci trebuie să fie prezent în toate fazele procesului de fabricație şi totodată să asigure obținerea informațiilor privind comportarea produselor la beneficiari. În cazul instalațiilor complexe, controlul continuă în timpul montajului şi pe perioada de efectuare a probelor tehnologice.

Calitatea produselor poate fi evaluată prin măsurarea caracteristicilor, prin compararea indicatorilor sintetici ai calității sau prin ponderea defectelor.

Măsurarea poate fi: directă – atunci când o caracteristică poate fi comparată cu un etalon (dimensiuni, greutate, forță etc.) sau indirectă – când valoarea caracteristicii este obținută prin intermediul altor mărimi (putere de tracțiune, temperatură în diverse zone ale produsului etc.). Valorile măsurate raportate la performanțele din domeniul respectiv indică nivelul calității.

La evaluarea calității, cu ajutorul indicatorilor sintetici, se are în vedere că se numeşte indicator sintetic al calității indicatorul definit de o relație convențională între anumiți parametri tehnici. Astfel, pentru aparatele de comutație se poate, de exemplu, considera indicatorul sintetic definit de curentul nominal I_n, volumul maxim (produsul dimensiunilor de gabarit) **V**, şi masa materialelor principale **M**:

$$C = \frac{I_n |A|}{V |m^3| M |kg|} \tag{9.2}$$

sau definit de I_n şi suprafața de montaj **S**:

$$C = \frac{I_n |A|}{S |m^2|} \tag{9.3}$$

Experiența profesională în domeniul respectiv este cel mai bun ghid în definirea unor indicatori sintetici care să cuprindă cât mai multe laturi calitative. În cazul produselor complexe se pot stabili diferiți indicatori sintetici C_i pentru care se determină şi valoarea de referință (comparativă) C_{0i} pe baza performanțelor anterioare ale produselor similare şi, de asemenea, ponderile respective q_i stabilite convențional funcție de importanța caracteristicilor considerate. Nivelul calității se exprimă la aceste produse printr-o valoare **Q** obținută cu expresia:

Scanned with OKEN Scanner

$$Q = \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{C_{0i}} q_i \qquad (9.4)$$

iar dacă se consideră şi preţul produsului analizat şi al produsului de referinţă, expresia:

$$a_p = \frac{p_0}{p} \sum_{i=1}^{n} \frac{C_i}{C_{0i}} q_i \qquad (9.5)$$

Metoda ponderii defectelor este o metodă industrială cunoscută şi sub numele de **metoda "demeritelor"** (de la fr. Demerite = lipsă de merite). Metoda se recomandă în următoarele cazuri: produse complexe şi finite; fabricaţie de serie; în etapa finală a procesului de fabricaţie, la producţia nefracţionată pe loturi.

Clasificarea defectelor. Defectele constatate sunt clasificate în patru mari categorii şi li se asociază ponderi diferite, în funcţie de consecinţe şi frecvenţe de apariţie.

Dar ce se înţelege printr-un defect ? Prin defect se înţelege, în general, o neconformitate a produsului cu prescripţiile prevăzute în documentaţia tehnică a acestuia. O primă clasificare a defectelor este prezentată în standardul militar american MIL STD 105D, publicat pentru prima oară în 1950 (105A), modificat în mai multe rânduri (în prezent 105D) şi în care sunt prezentate regulile de control pentru materialele livrate Ministerului Apărării din SUA. Acest standard a devenit o normă militară internaţională, adoptat oficial de Anglia şi Canada, iar în prezent este luat ca bază în mai multe ţări pentru controlul calităţii prin atribute, inclusiv Rom'nia.

În metoda demeritelor se foloseşte următoarea clasificare a defectelor, în ordinea descrescătoare a importanţei: **critic (c); principal (p); secundar (s); minor (m)**.

În literatura de specialitate, cele patru categorii de defecte, în ordinea descrescătoare, mai sunt nominalizate ca fiind: **critice, grave, importante** şi **secundare**. În continuare, vom utiliza denumirile folosite curent în literatura română de specialitate şi anume: **critic, principal, secundar** şi **minor**, tabelul 9.1.

În general, se atribuie fiecărui tip de defect următoarele semnificaţii:

Defect critic – este defectul care împiedică îndeplinirea funcţiei produsului. De asemenea, este susceptibil (după judecată şi experienţă) de a conduce la o lipsă de securitate sau riscuri de accidente pentru beneficiar. Acestea generează sigur reclamaţiile beneficiarului. Produsele cu astfel de defecte nu trebuie livrate.

Defect principal – este un defect care, fără a fi critic, riscă de a provoca o deficienţă sau o reducere a posibilităţii de utilizare a produsului. Acestea sunt sesizabile de beneficiar, provocându-i neajunsuri şi probabil vor genera reclamaţii.

Scanned with OKEN Scanner

Defect secundar – este un defect care nu va reduce prea mult posibilitățile de utilizare ale produsului. Sunt sesizabile de beneficiar dar, probabil, nu vor genera reclamații.

Defect minor – este defectul care nu reduce posibilitatea de utilizare a produsului şi nu prezintă inconveniente practice. Este, în general, nesesizabil la beneficiar şi nu generează reclamații.

Tabelul 9.1

Clasificarea defectelor pentru metoda demeritelor

Categoria defectelor	Simbol	Nr. de defecte	Ponderea defectelor
Critic	c	N_c	P_c
Principal	p	N_p	P_p
Secundar	s	N_s	P_s
Minor	m	N_m	P_m

În mod similar sunt clasificate şi produsele cu defecte. Se foloseşte denumirea de ***"defectuos"*** pentru un produs care prezintă unul sau mai multe defecte.

Defectuos critic – este produsul conținând unul sau mai multe defecte critice, putând, de asemenea, să conțină şi defecte de altă categorie.

Defectuos principal – conține unul sau mai multe defecte principale; el poate, de asemenea, să conțină diferite defecte secundare sau minore dar nici un defect critic.

Defectuos secundar – conține unul sau mai multe defecte secundare; el poate, de asemenea, să conțină defecte minore dar nici un defect critic sau principal.

Defectuos minor – conține unul sau mai multe defecte minore dar nu conține nici un defect secundar, principal sau critic.

Ponderea defectelor. Pentru fiecare categorie de defecte se stabileşte o cifră care reprezintă ponderea (penalizarea) defectului respectiv. Se folosesc diferite scări de ponderi. Astfel, în ordinea crescătoare a defectelor:

1	3	5	10
1	5	25	125
1	10	50	100
1	10	100	1000

Prima cifră se referă la defectul minor, iar ultima la defectul critic. Ponderea unei categorii de defecțiuni se alege ținând seama de procentul de defecțiuni admisibil din categoria respectivă, consecințe, costul reparației etc. După factorii care se iau în considerație şi după modul cum este concepută scara de ponderi, se pot deosebi două tipuri de demerite:

Scanned with OKEN Scanner

Demerit de specificare – la care ponderea se stabileşte pe baza procentului de defecte din fiecare categorie;

Demerit de acceptare – la care ponderea se stabileşte pe baza probabilităţii de acceptare de către beneficiar a unei defecţiuni;

Demeritul de specificare poate da indicaţii sigure asupra nivelului calităţii unui produs şi asupra variaţiei nivelului ei în timpul fabricaţiei.

Demeritul de acceptare poate furniza indicaţii asupra comportării produsului pe piaţă.

La stabilirea procentului de defecte admise trebuie să se ţină seama de următoarele:

- importanţa defectului;
- costul şi dificultatea remedierii defectului;
- gradul de nemulţumire al beneficiarului;
- nivelul calitativ necesar pentru asigurarea competitivităţii.

Uneori un anumit defect poate genera şi alte defecte de ordinul doi: $\left(\delta_2^1, \delta_2^2, \delta_2^3, \ldots, \delta_2^n\right)$ sau trei $\left(\delta_3^1, \delta_3^2, \delta_3^3, \ldots, \delta_3^n\right)$. Costul total al defectului δ va fi:

$$C_1 = C_0(\delta_1) + \sum(k_{1,2}.C_2) \qquad (9.6)$$

unde C_1 este costul total al defectului δ_1 (direct sau general); $C_0(\delta_1)$ este costul defectului sub forma directă δ_1; C_2 este costul defectului δ_2 sub formă directă sau generală; $k_{1,2} = 0,\ldots,1$ este coeficient al responsabilităţii defectului δ_1 în defectele δ_2 (care poate avea şi alte cauze).

Calculul demeritului. În calculul demeritelor pentru categoriile de defecte, număr de defecte şi ponderi se folosesc simbolurile din tabelul 9.1.

Dacă într-un eşantion de mărime N, pe ansamblul caracteristicilor controlate a fost prelevat acest eşantion va fi:

$$D = \frac{N_c.P_c + N_p.P_p + N_s.P_s + N_m.P_m}{N} = \frac{\sum N_x.P_x}{N} \qquad (9.7)$$

Se pot aplica două procedee de calcul al demeritelor.

1 – prin atribuirea unei categorii de defecte fiecărei caracteristici sau subansamblului component;

2 – prin clasificarea defectelor ţinând seama nu numai de natura caracteristicii sau de importanţa rolului subansamblului component, ci şi de amplitudinea (intensitatea) defectului; pentru caracteristici se stabilesc categorii de defecte în funcţie de mărimea abaterii, iar pentru elemente componente în funcţie de importanţa defectului şi rolul elementului respectiv.

Primul procedeu este mai expeditiv dar, uneori, nu este convenabil deoarece nu face diferenţieri între defectele sau caracteristicile unui subansamblu.

Scanned with OKEN Scanner

Al doilea procedeu poate conduce mai sigur la stabilirea unui nivel al calităţii cu rezultate care pot fi interpretate corect.

Calculul demeritului pe categorii de defecte. În cele ce urmează se prezintă metodologia de calcul a demeritului, pe baza unui exemplu concret, considerând calculul demeritului unui lot de contactoare de tip TCA-10, din care s-a prelevat un eşantion de N = **50** bucăţi. Calculul începe cu inventarierea şi clasificarea defectelor posibile la contactoarele TCA-10. Tabelul 9.2 conţine o clasificare a defectelor posibile la contactoarele TCA 10. Numărul defectelor constatate a fost:

$$N_c = 0;\ N_p = 2;\ N_s = 16;\ N_m = 82$$

Demeritul corespunzător diferitelor sisteme de ponderi a fost calculat cu relaţia (9.7), rezultatele fiind trecute în tabelul 9.3.

Valoarea absolută a demeritului este dependentă de sistemul de ponderi adoptat. Calitatea unei producţii se poate urmări calculându-se zilnic demeritul pentru câteva eşantioane şi trasându-se diagrama de variaţie pentru valorile extreme ale demeritului. Astfel, în figura 9.1 D_1 este curba valorii maxime zilnice a demeritului, D_2 – curba valorii minime zilnice a demeritului, iar D_{1m} şi D_{2m} reprezintă curbele mediei mobile, pe un interval de timp mai mare (circa 15 săptămâni).

Tabelul 9.2

Clasificarea defectelor posibile la contactorul TCA-10

Nr. crt	Locul defectului	Felul defectului	Categoria defectului
1	Subansamblu electromagnet	Bobina întreruptă	c
		Plăcuţă ghidaj se mişcă sau este incorect fixată	s
		Miez magnetic vopsit necorespunzător (exfoliere)	m
		Suprafeţele polare cu impurităţi	s
		Spira în scurtcircuit deformată sau fisurată	p
		Vibraţii la închidere	p
		Vibraţii la 0,85.U	p
		Curentul absorbit de electromagnet mai mare decât cel prescris	p
2	Contacte	Contactele principale incorect fixate	s
		Cursa în contact mai mică decât cea admisibilă (h<1,5 mm)	s

		Forța de apăsare în contactele principale ne-conformă cu documentația Pastile de contact lipsă Puntițele contactelor exfoliate la nituire Nesimultaneitatea închiderii contactelor auxiliare	p c m m
3	Borne de conexiune	Şuruburi necorespunzătoare (filet deteriorat)	s
4	Carcasă	Deformată, cu bavuri, aspect necorespunzător	m
5	Etichetă	Lipsă sau necorespunzătoare	m
6	Elemente de asamblare	Aspect necorespunzător	m

Tabelul 9.3

Date de calcul pentru exemplul considerat

Scara de ponderi	1; 3; 5; 10	1; 5; 25; 125	1; 10; 50; 100	1; 10; 100; 1000
D	2,5	3,79	6,1	7,9

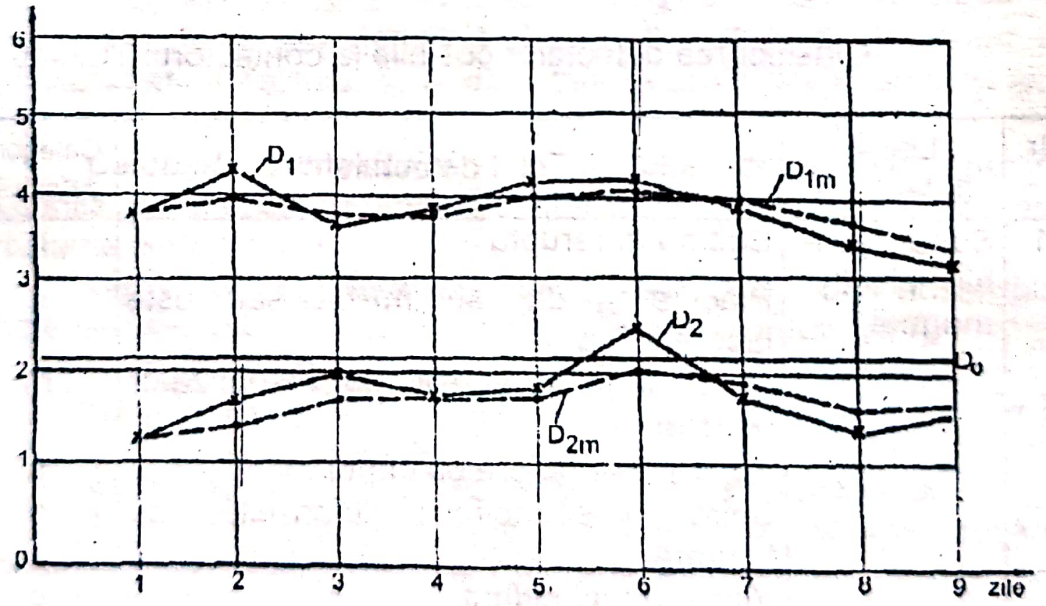


Fig.9.1. Conducerea calității pe baza diagramei demeritelor

Calculul demeritelor pe grup de caracteristici. Se poate stabili pentru fiecare caracteristică la care s-a luat un eşantion de mărime N_k un demerit D_k. demeritul lotului va fi egal cu suma demeritelor fiecărei caracteristici:

$$D = \sum D_k$$

În acest caz, la calculul demeritului se alege un număr de caracteristici care poate condiționa calitatea produsului şi se stabileşte prin măsurări abaterile față de toleranțele admisibile.

Se consideră exemplul: În cazul contactoarelor, caracteristica "cuplul rezistent" are un rol hotărâtor în funcționare. Resortul antagonist poate fi făcut responsabil de vibrațiile din timpul funcționării, de şocurile de închidere şi – în oarecare măsură – de uzura mecanică şi electrică. În consecință, studiul caracteristicilor resoartelor antagoniste este necesar.

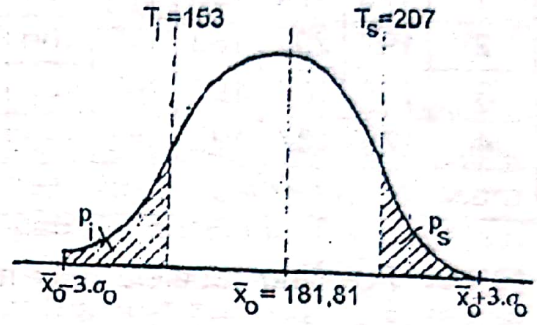


Fig.9.2. Distribuția datelor experimentale pentru exemplul considerat

Măsurările s-au făcut pe un număr de 32 de resoarte. Forța resortului la l = **23 mm** trebuie să fie cuprinsă între toleranța inferioară T_i = **153 gf** şi toleranța superioară T_s = **207 gf**. Rezultatele măsurătorilor efectuate au fost trecute în tabelul 9.4.

Pentru a scoate în evidență avantajul aplicării metodei demeritelor, se prezintă pentru comparație şi un calcul statistic pe baza acestor măsurători.

$$\bar{\bar{x}}_0 = \bar{\bar{x}} = \frac{\sum \bar{x}}{n_2} = \frac{727,24}{4} = 181,81\,gf$$ - media mediilor

$$\bar{W} = \frac{W}{n_2} = \frac{210}{4} = 52,50\,gf$$ - media amplitudinii;

$$\sigma_0 = \frac{\bar{W}}{d_2} = \frac{52,50}{2,847} = 18,44\,gf$$ - abaterea medie pătratică;

cu limitele de repartiție:

$\bar{x}_0 - 3.\sigma_0$ = **126,49 gf;** $\bar{x}_0 + 3.\sigma_0$ = **237,13 gf**

Se constată că:

$$T_s - T_i < 6.\sigma_0$$

Rezultă astfel, după cum se observă şi în figura 9.2, că procesul este nestabilizat şi necentrat. Precizia asigurată este nesatisfăcătoare în raport cu intervalul de toleranță. În această situație, fracțiunea defectă probabilă se poate estima:

$$z_i = \frac{T_i - \bar{x}_0}{\sigma_0} = \frac{153 - 181,81}{18,44} = -1,56236;$$

$$z_s = \frac{T_s - \bar{x}_0}{\sigma_0} = \frac{207 - 181,81}{18,44} = 1,36605$$

Scanned with OKEN Scanner

Notăm: $n_1 = 8$ – mărimea selecției; $n_2 = 4$ – numărul de selecții; $d_2 = 2,847$ – factor de conversie.

Tabelul 9.4

Date experimentale la încercarea resortului

Nr. selec-ției	Date primare								Σx	$\bar{x}$	W
1	173	174	156	173	184	220	200	196	1,476	184,50	64
2	197	202	183	177	160	216	191	180	1,506	188,25	39
3	196	169	196	167	182	172	157	202	1,447	180,87	45
4	175	137	199	183	192	173	170	160	1,389	173,62	62
									Σ	727,24	210

Folosind tabelele legii normale de distribuție rezultă: $p_i = 5,93\%$ şi $p_s = 8,69\%$. Fracțiunea defectă probabilă totală este de **11,62%**.

Tabelul 9.5

Gama categoriilor de defecte ale resortului antagonist

Categoria defectului	x – forța resortului, gf
Critic	$120 < x_c < 230$
Principal	$220 < x_p < 230$ $120 < x_p < 130$
Secundar	$215 < x_s < 220$ $130 < x_s < 140$
Minor	$207 < x_m < 215$ $140 < x_m < 155$

Demeritul caracteristicii resortului antagonist se face stabilind gama categoriilor de defecte pe baza amplitùdinii abaterii față de toleranțele admisibile, conform tabelului 9.5. Din tabelul 9.5 rezultă că valorile 220 şi 216 reprezintă (conform tabelului 9.5) defecte principale, iar valoarea 137 este un defect secundar. Avem deci următorii parametri:

$$N = 32;\ N_c = 0;\ N_p = 2;\ N_s = 1;\ N_m = 0$$

Considerând scara ponderilor 1; 10; 50; 100, demeritul va fi:

$$D_1 = \frac{N_m.P_m + N_s.P_s + N_p.P_p + N_c.P_c}{N} = \frac{1.10 + 2.50}{32} = 3,44$$

Calculul se efectuează în mod similar şi pentru alte caracteristici, stabilindu-se, în final, demeritul lotului.

Din acest exemplu se observă că, în prima metodă, calculul statistic poate prezenta mai multe informații dar necesită un volum mai mare de calcule în raport cu metoda demeritelor.

Scanned with OKEN Scanner

Demeritul obiectiv – indicele demeritului. După cum se constată din tabelul 9.3, valoarea absolută a demeritului, la un moment dat, fără a cunoaşte scara ponderilor sau alte valori anterioare ale demeritului, nu spune nimic. Din această cauză se foloseşte, de multe ori, în locul demeritului indicele demeritului, definit de relaţia:

$$I_D = \frac{D}{D_0} \tag{9.8}$$

în care I_D este indicele demeritului; **D** – demeritul produsului; D_0 – demeritul obiectiv (teoretic) al produsului.

Demeritul obiectiv al unui produs se poate calcula teoretic încă din faza de proiectare, pe baza procentelor de defecte admisibile pe categorii sau valoarea sa D_0 se impune stabilindu-se scara ponderilor pe baza procentului de defecte acceptat. De exemplu, impunând demeritul obiectiv $D_0 = 2$ şi o frecvenţă maximă a defectelor critice $f_c = 0{,}02$, rezultă ponderea critică (P_c) pornind de la relaţia (9.7), în ipoteza că nu mai există defecte de altă categorie. Se obţine:

$$P_c = \frac{D_0}{f_c} = \frac{2}{0{,}02} = 100$$

unde P_c éste ponderea defectelor critice; $f_c = N_c/N$ – frecvenţa maximă admisibilă a defectelor critice; D_0 – demeritul obiectiv impus.

Se observă, de asemenea, că ponderea defectelor minore, în toate cazurile, se ia egală cu unitatea ($P_m = 1$). Deci, frecvenţa maximă a defectelor minore va fi chiar demeritul D_0:

$$f_m = \frac{D_0}{P_m} = D_0$$

Demeritul obiectiv reflectă, în acest caz, direct procentul de defecte minore maxim admis.

În cazul când nu se cunoaşte demeritul obiectiv D_0, pentru a determina indicele demeritului se poate înlocui cu valoarea medie a demeritului mediu stabilit pe un interval mai mare de timp, în care calitatea produsului s-a considerat satisfăcătoare.

Indicele demeritului se poate trasa zilnic şi variaţia sa indică variaţia calităţii astfel:

pentru $I = 1$ – calitatea egală cu cea de referinţă:
pentru $I < 1$ – calitatea mai bună decât cea de referinţă:
pentru $I > 1$ – calitatea mai slabă decât cea de referinţă.

Se observă aşa dar că şi indicele demeritului este la fel de simplu de calculat.

Demeritul şi indicele demeritului urmează aproximativ o lege de distribuţie normală, putându-se calcula estimatori ai mediei, abaterii medii pătratice şi stabili intervalul de încredere.

Scanned with OKEN Scanner

Concluzii şi observaţii. Metoda demeritelor prezintă, în raport cu alte metode, următoarele avantaje.

- volumul redus de muncă pentru studiile preliminare;
- este uşor asimilabilă, putându-se pune rapid în aplicare;
- necesită calcule simple, permiţând observaţii în ritm cu producţia; se poate considera că este singura metodă care poate asigura un flux informaţional zilnic asupra calităţii, fără a folosi mijloace deosebite.

Inconvenientul principal al metodei demeritelor este legat de arbitrariul ponderii defectelor. Acest inconvenient poate fi depăşit dacă se face iniţial o analiză atentă a defectelor.

Se poate considera că metoda demeritelor poate fi introdusă foarte uşor în multe unităţi economice, contribuind nu numai la urmărirea calităţii, dar şi la depistarea cauzelor unor defecte, mobilizând mai operativ atenţia decidenţilor asupra calităţii produselor.

9.3.Teste de semnificaţie aplicate în controlul de calitate

În studiul calitativ al unui fenomen economic, în cele nai frecvente cazuri, nu se dispune de posibilitatea de a studia întreaga populaţie de date referitoare la acest fenomen prin examinarea fiecărui element cantitativ în parte fiind necesar a ne limita la o parte mai mică sau mai mare din mulţime, adică la un eşantion. Două dintre cele mai frecvente cazuri vin în sprijinul aceste afirmaţii:

a – populaţia este infinită sau atât de mare încât practic nu poate fi studiată integral în timp util pentru fundamentarea unei decizii;

b – populaţia este finită dar datele de care se dispune (înregistrări, rapoarte etc.) sunt limitate la mărimea unui eşantion.

Se poate spune despre o populaţie că este finită sau infinită dacă numărul elementelor componente este finit sau infinit. De multe ori o populaţie finită, dar cu un număr foarte mare de elemente, poate fi practic considerată ca infinită (de exemplu, boabele de grâu sau porumb dintr-un vagon plin).

În multe cazuri nu se poate şti cu precizie dacă populaţia este finită sau infinită (de exemplu, populaţia produselor create pe plan mondial).

O populaţie poate fi reală dacă elementele care o compun sunt evenimente trecute, consemnate statistic (de exemplu, cifre referitoare la un anumit consum pe ultimele n luni) sau ipotetică dacă elementele sale constituie evenimente posibile (potenţiale) pe care ni le putem imagina (toate piesele pe care le-ar putea produce o linie tehnologică sau toate defectele ce ar putea surveni la un utilaj pe care l-am pus în funcţiune în acest moment).

Scanned with OKEN Scanner

Dacă dispunem de o populaţie cu un efectiv N şi vrem să extragem din această populaţie un eşantion de mărime **n**, spunem că facem un sondaj statistic. Sondajul statistic poate fi efectuat în mod aleatoriu, dirijat sau mixt.

Spunem despre un sondaj că este **aleatoriu** dacă un element oarecare al mulţimii are aceeaşi probabilitate de a fi extras ca oricare altul (elementele mulţimii au probabilităţi echivalente de a fi extrase). Sondajul este **dirijat** dacă extragerea elementelor ce formează eşantionul se face după un criteriu oarecare, bine determinat, care are ca rezultat probabilităţi diferite de a extrage un element sau altul. Sondajul **mixt** îmbină, în anumite proporţii, cele două metode anterioare.

Sondajul **statistic** se poate face cu sau fără returnarea elementelor, în cadrul populaţiei, după extragerea lor. Spunem, în acest caz, că populaţia este constantă sau variabilă ca volum – prin asimilare cu o urnă – în care compoziţia acesteia este constantă sau variabilă.

Dacă N este mare în raport cu **n (N > 10.n)**, efectele nereturnării elementelor sunt neglijabile. Dacă N este mai mic în raport cu **n**, media eşantionului nu suferă nici o modificare dar σ (abaterea medie pătratică) se corectează cu factorul de returnare:

$$\frac{N-n}{N-1} \approx 1-\frac{n}{N} \qquad (9.9)$$

În cele ce urmează se va considera selecţia aleatorie şi extragerea cu returnare a elementelor în populaţia statistică.

Dintr-o populaţie având un efectiv N putem extrage un număr **k** de eşantioane de mărime **n**, egal cu:

$$k = C_N^n \qquad (9.10)$$

fără returnare ar fi:

$$k = \frac{N!}{n!} \qquad (9.11)$$

şi datorită fluctuaţiilor de selecţie, toate aceste eşantioane vor avea parametri diferiţi.

Dacă din populaţia **E(x)**, în care x ia valori: $x_1, x_2, \ldots, x_k$, având caracteristicile: **N** – efectivul populaţiei; **m** – media caracteristicii cercetată pentru toată populaţia; σ - abaterea medie pătratică a erorilor caracteristicii cercetată pentru întreaga populaţie; **p** – proporţia ce caracterizează calitativ populaţia. Se extrag **k** eşantioane de mărime **n**, fiecare eşantion având parametri statistici proprii: $\bar{x}_i$ – valorile medii ale caracteristicii cercetată; S_i – abaterea medie pătratică a erorilor elementelor din eşantion.

Teoremă fundamentală (limită). Spunem că:

I. Mediile $\bar{x}_i$ ale celor **k** eşantioane alese la întâmplare din populaţia E sunt distribuite cu:

$$\bar{x} = m \quad \text{şi} \quad \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \tag{9.12}$$

Normalitatea distribuțiilor **k** depinde de **E** şi **n**, astfel:

- dacă E este normală, distribuțiile **k** sunt normale pentru **n > 10**;
- dacă E este oarecare, distribuțiile **k** sunt normale pentru **n > 30**.

II. Proporțiile (fracțiunea defectă) p_i, ale unei caracteristici în **k** eşantioane, extrase la întâmplare din populația E, sunt distribuite binomial, cu:

$$m_p = p \quad \text{şi} \quad \sigma_p = \sqrt{\frac{p.q}{n}} \tag{9.13}$$

Dacă **n > 30** distribuția **p** poate fi aproximată, cu suficientă precizie, cu o distribuție normală.

Principalele domenii de aplicație ale teoriei sondajului sunt:

- **problemele de estimare**, în care se urmăreşte determinarea parametrilor unei populații cu ajutorul eşantioanelor;
- **probleme de comparare** între două sau mai multe eşantiioane, între un eşantion şi populație etc.

Eşantioanele se pot considera mari, în general, dacă **n > 30** şi mici dacă **n < 30**.

Aceste considerații se au în vedere la folosirea în practică a sondajului statistic pentru evaluarea calității produselor industriale. În vederea realizării practice a acestor considerații teoretice au fost elaborate mai multe standarde privind calitatea produselor: STAS 10055-76: Calitatea produselor. Terminologie; STAS 2631-82: Aplicații ale metodelor statistice. Terminologie şi simboluri; STAS R1849-72: Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație. Principii de bază; STAS R5880-72: Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație prin măsurare; STAS R5997-72: Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație prin atribute şi prin număr de defecte; STAS 3160/1-84: Verificarea calității loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil (AQL). Reguli de utilizare a procedeelor şi tabelelor statistico-matematice pentru verificarea prin atribute şi prin măsurare; STAS 6085-86: Verificarea calității loturilor de produse. Metode de prelevare a eşantioanelor pentru produse în bucăți etc. (sunt elaborate peste 20 de standarde în acest domeniu).

Scanned with OKEN Scanner

9.4. Fiabilitatea produselor industriale

9.4.1. Conceptul de fiabilitate

Termenul de fiabilitate este un neologism provenit din limba franceză unde adjectivul **"fiable"** (arhaism descoperit şi pus în circulaţie de canadienii de origine franceză pentru a traduce termenul similar anglo-saxon **"reliability"**) înseamnă **"demn de încredere"** sau **"în care te poţi încrede"** de la care a derivat substantivul **fiabilitate**. Literatura anglo-saxonă, care a introdus multe notaţii unanim acceptate utilizând termenul **"reliability"**, derivat de la verbul **"to rely"** care înseamnă **"a conta pe"** sau **"a se încrede"** în cineva sau în ceva. Fiabilitatea unui produs reprezintă deci însuşirea care ne sugerează ideea de încredere şi siguranţă. De asemenea, în comparaţie cu un alt produs se poate utiliza expresia **"mai fiabil"** sau **"mai puţin fiabil"**.

Fiabilitatea este legată direct de noţiunea de calitate a unui produs. Dintr-un anumit punct de vedere calitatea poate fi considerată ca o **"însuşire statică"** de satisfacere a unor condiţii într-un moment dat, în timp ce **fiabilitatea** este o **"calitate în timp"** sau o **"însuşire dinamică"**. Din acest punct de vedere **fiabilitatea reprezintă o nouă dimensiune a calităţii, o componentă în timp a calităţii.**

Noţiunea de fiabilitate poate fi privită sub două aspecte: calitativ şi cantitativ.

Calitativ, fiabilitatea reprezintă aptitudinea unui produs de a-şi îndeplini funcţia respectivă în condiţii date, de-a lungul unei durate impuse.

Cantitativ, fiabilitatea reprezintă caracteristica unui produs exprimată prin probabilitatea îndeplinirii funcţiei impuse pe o durată dată, în condiţii de funcţionare specifice.

După cum se poate observa, definiţia cantitativă a fiabilităţii conţibe cinci concepte fundamentale:

- **conceptul de caracteristică**. Fiabilitatea este deci o caracteristică a unui produs, care poate fi determinată şi caracterizată, la fel ca şi celelalte caracteristici tehnice (putere, turaţie etc.), printr-o anumită valoare.
- **conceptul de probabilitate**. Fiabilitatea este un concept probabilist ce caracterizează global (dar numeric) capacitatea unui anumit tip de sistem, componentă, element etc de a executa un anumit serviciu, cel puţin un timp dat, în condiţii de utilizare cunoscute. Din acest punct de vedere, definiţia cantitativă a fiabilităţii este simplă exprimându-se cu relaţia:

$$P(t_0) = Prob\ \{T \geq t_0\} \qquad (9.14)$$

unde t_0 este timpul fixat, iar T variabila modelatoare a timpului de funcţionare fără defecţiuni.

Scanned with OKEN Scanner

Fiabilitatea ca indicator numeric $F(t_0)$ este scopul final al unei analize de fiabilitate, parametrul final de ieşire al unui model ce descrie comportarea în funcţionare a unui anumit tip de produs, însă, expresia numerică a fiabilităţii nu poate îngloba o serie de elemente ce caracterizează însăşi această proprietate. Astfel, nu evidenţiază cauzele defecţiunilor, condiţiile de utilizare, legăturile structurale între elemente, fluxul operaţiilor de executare a unei anumite operaţii etc.

- **conceptul de funcţie**. Fiabilitatea presupune satisfacerea unei funcţii, a îndeplinirii unei misiuni sau cerinţe. Acest fapt implică definirea exactă a funcţiei pe care trebuie să o realizeze şi de asemenea precizarea în unele cazuri a stării de nefuncţionare.
- **conceptul de durată de funcţionare**. Fiabilitatea presupune o durată de funcţionare exprimată în unităţi de timp (ore, zile, ani etc) sau un număr de cicluri, conectări etc.
- **conceptul de condiţii de funcţionare** (de utilizare şi mediu). Reprezintă ansamblul condiţiilor de exploatare pentru care a fost proiectat produsul.

Interpretarea corectă a definiţiei fiabilităţii prezintă o importanţă deosebită mai ales în proiectarea unor încercări determinante de fiabilitate. De asemenea, în funcţie de modul în care fiabilitatea interesează la un moment dat actualmente se face o distincţie între diferite "tipuri" de fiabilităţi şi anume:

- **fiabilitate nominală**: valoare a fiabilităţii unui produs prescrisă în documente ca standarde de stat, norme tehnice, contracte economice de aprovizionare etc.;
- **fiabilitate previzionată**: valoare a fiabilităţii preliminată la proiectarea produsului respectiv;
- **fiabilitate experimentală**: valoare a fiabilităţii obţinută în cadrul unor analize speciale, numite, de regulă, încercări de fiabilitate;
- **fiabilitate operaţională**: valoare a fiabilităţii obţinută efectiv la beneficiarul produsului respectiv.

Toate aceste elemente constituie în esenţă diagnoza fiabilistă a obiectului tehnic luat în studiu iar exprimarea cantitativă a diagnozei se execută pe baza modelelor furnizate de abordarea probabilist-statistică a proprietăţilor fiabiliste.

9.4.2. Expresia generală a fiabilităţii

Defectarea unui obiect tehnic este un fenomen aleator, întrucât nu se poate şti anume (la ce moment specific de timp) acest eveniment se va produce. Din această cauză timpul de bună funcţionare până la prima defectare este asimilat cu o variabilă aleatoare.

Această variabilă aleatoare are anumite proprietăţi specifice caracteristicii asimilate. În primul rând, este pozitivă deoarece timpul

Scanned with OKEN Scanner

de funcționare este o mărime de forma $t \in [0, \infty)$ și, în al doilea rând, este continuă deoarece poate avea loc teoretic la orice moment $t = t_0$ din intervalul $[0, +\infty)$. Prin urmare, pentru a construi un model fiabilist al timpului de bună funcționare până la defectare a unui obiect tehnic este suficient să considerăm:

- o variabilă aleatoare $\{\gamma\}$ definită, în general, pe domeniul $[0, \infty)$ care să reprezinte timpul de bună funcționare;
- o lege de repartiție standard $F_\gamma(t)$ care să descrie comportarea acestui timp de bună funcționare;
- o mulțime finită de parametri: $\theta = (\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n)$ de regulă $\theta_i > 0$, care să individualizeze repartiția $F_\gamma(t)$ și care sunt specifici unui anumit tip de sistem luat în studiu.

Conform acestor considerații fiabilitatea se va exprima cu relația:

$$F(t) = P(T>t) \qquad (9.15)$$

Expresia analitică (9.15) a fiabilității se explicitează pornind de la următoarele considerații. Fie un număr n_0 de elemente în stare de bună funcționare la timpul $t = 0$. La un moment oarecare t, înaintea unui interval $(t, t+\Delta t)$ mai supraviețuiesc (sunt în stare de bună funcționare) un număr n de elemente. Numărul de elemente care se defectează pe durata Δt este Δn. Considerând un factor de proporționalitate $\lambda > 0$ constant, $\Delta n = \lambda . n . \Delta t$ (semnul minus arată că $n - \Delta n < \Delta n$), figura 9.3.

Trecându-se la limită rezultă:

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{dn}{dt} \qquad (9.16)$$

și se obține următoarea ecuație diferențială:

$$\frac{dn}{dt} = -\lambda . n \qquad (9.17)$$

a cărei soluție după integrare este:

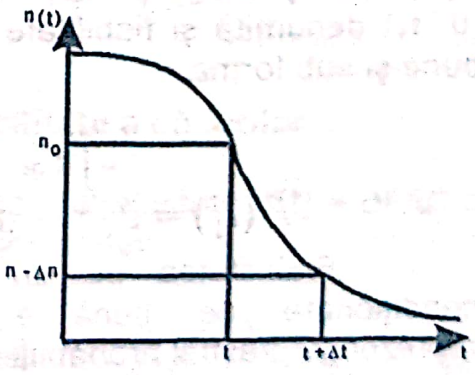


Fig.9.5. Variația numărului de elemente în stare de funcționare

$$\frac{n}{n_0} = e^{-\lambda . t} \qquad (9.18)$$

Raportul n/n_0 reprezintă proporția (frecvența) de elemente în stare de funcționare la momentul t, adică fiabilitatea:

$$F(t) = \frac{n}{n_0} = e^{-\lambda . t} \qquad (9.19)$$

Scanned with OKEN Scanner

Astfel, fiabilitatea **F(t)** reprezintă probabilitatea ca un element să funcționeze fără defecțiuni în intervalul **(0, t)** în condiții determinate. Relația (9.19) s-a obținut în ipoteza că **λ = constant**. În realitate, acest factor poate să varieze în timp şi atunci expresia (9.19) trebuie scrisă astfel:

$$\frac{dn}{dt} = -n.\lambda(t) \tag{9.20}$$

de unde rezultă expresia generală a fiabilității:

$$F(t) = \frac{n}{n_0} = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \tag{9.21}$$

Se observă că funcția fiabilității **F(t)** este de tip exponențial având valorile extreme **F(0) = 1** şi **F(∞) = 0**. Variația fiabilității exprimată cu relația (9.21) se prezintă în figura 9.6.

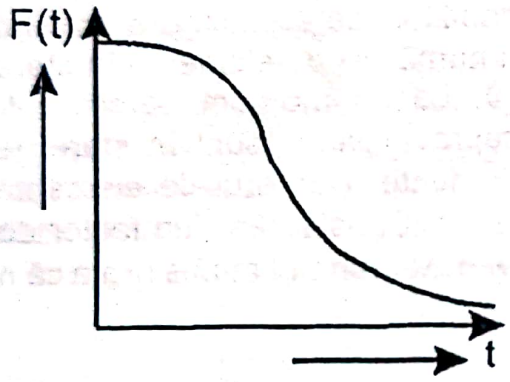


Fig.9.6. Variația fiabilității

În unele cazuri se ignoră momentul punerii în funcțiune, interesând numai fiabilitatea pe intervalul **(t_0, t_1)**.

Considerăm, spre exemplu, evenimentul **A** – buna funcționare în intervalul **(0, t_0)** şi evenimentul **B** – buna funcționare în intervalul **(t_0, t_1)**. Buna funcționare în intervalul **(0, t_1)** este dată de evenimentul **A∩B**. Probabilitatea acestui eveniment este **P(A∩B) = P(A).P(B/A)**. Dar, **P(A∩B) = F(t_1)**, adică fiabilitatea pentru intervalul **(0, t_1)** denumită şi fiabilitate condiționată. Această relație se poate pune şi sub forma:

$$F(t_1) = e^{-\int_0^{t_0} \lambda.dt} \cdot e^{-\int_{t_0}^{t_1} \lambda.dt} = F(t_0).F(t_1/t_0) \tag{9.22}$$

Fiabilitatea pe un interval oarecare este o fiabilitate condiționată de bună funcționare la începutul intervalului reprezentând astfel probabilitatea ca elementul care a funcționat la **t = t_0** să funcționeze şi în intervalul **(t_0, t_1)**.

Dacă **λ = constant**, fiabilitatea condiționată are expresia:

$$F(t_1/t_0) = e^{-\lambda.(t_1-t_0)} = e^{-\lambda.\theta} \tag{9.23}$$

unde θ este durata intervalului. Se observă că pentru **λ = constant**, fiabilitatea pe un interval oarecare nu depinde de durata funcționării

anterioare t_0 sau ***fiabilitatea misiunii nu depinde de momentul începerii misiunii.***

9.4.3. Funcția de repartiție (Funcția căderilor)

Dacă **A** reprezintă buna funcționare la timpul **t** iar $\bar{A}$ defectarea, rezultă:

$$P(\bar{A}) = 1 - P(A) = 1 - F(t) = P(T < t) = R(t) \qquad (9.24)$$

Funcția **R(t)** este funcția de repartiție a căderile (defectărilor) și conform relației (9.21):

$$R(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \qquad (9.25)$$

Pe baza considerațiilor anterioare:

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \frac{n}{n_0} = \frac{n_0 - n}{n_0} = \frac{r}{n_0} \qquad (9.26)$$

unde **r** este numărul de elemente defecte. Funcția căderilor este funcția de repartiție a defectelor care poate fi scrisă și pe baza densității de probabilitate **f(t)**:

$$F(x) = \int_0^x f(x).dx \qquad (9.27)$$

Ca urmare, expresia (9.26) mai poate fi scrisă și sub forma:

$$F(t) = 1 - R(t) = \int_0^\infty f(t).dt - \int_0^t f(t).dt = \int_t^\infty f(t).dt \qquad (9.28)$$

sau:

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \int_t^\infty f(t).dt \qquad (9.29)$$

9.4.4. Densitatea de probabilitate a căderilor

Conform definiției densitatea de probabilitate: **f(t) = dF/dt** a repartiției timpului fără defecțiuni se obține astfel:

$$f(t) = \frac{d(1-F)}{dt} = -\frac{dF}{dt} \qquad (9.30)$$

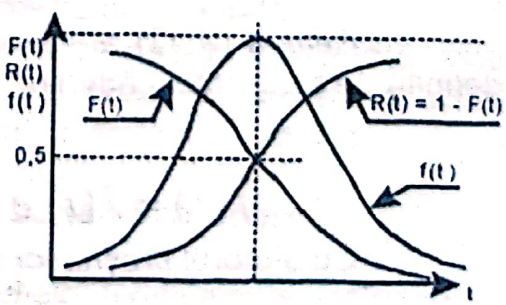


Fig.9.7. Graficul funcțiilor F(t), R(t) și f(t)

În figura 9.7 se prezintă graficul funcțiilor **F(t), R(t)** și **f(t)**.

Scanned with OKEN Scanner

Cu ajutorul creşterilor finite se poate determina densitatea de probabilitate pe un anumit interval Δt astfel:

$$f(t)=\frac{F(t+\Delta t)-F(t)}{\Delta t}=\frac{\Delta n}{n_0}\frac{1}{\Delta t} \tag{9.31}$$

9.4.5. Rata căderilor

Factorul de proporţionalitate $\lambda(t)$ reprezintă unul din parametrii cei mai importanţi ai fiabilităţii şi poartă denumirea de rata căderilor (rata defectărilor sau intensitatea de defectare). Considerând relaţia fundamentală (9.21) rezultă:

$$\frac{dF}{dt}=-\lambda(t).e^{-\int_0^t \lambda(t).dt}=-\lambda(t).F(t) \tag{9.32}$$

de unde:

$$\lambda(t)=-\frac{dF}{dt}\frac{1}{F(t)}=-\frac{1}{F(t)}\frac{dR}{dt}=\frac{f(t)}{F(t)} \tag{9.33}$$

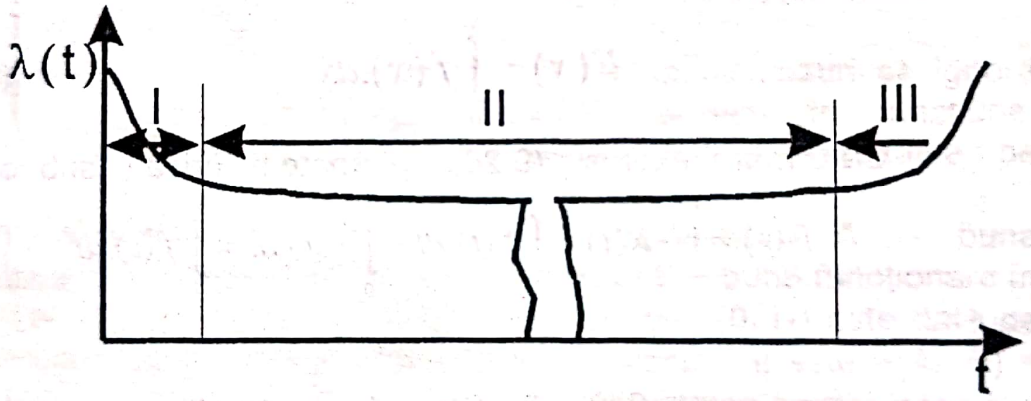


Fig.9.8. Rata de defectare în funcţie de durata efectivă de serviciu

Pe baza relaţiei (9.33), fiabilitatea poate fi scrisă şi sub forma:

$$F(t)=\frac{f(t)}{\lambda(t)} \tag{9.34}$$

Relaţia (9.32) arată că densitatea de probabilitate poate fi definită pe baza ratei căderilor:

$$f(t)=\lambda(t).e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \tag{9.35}$$

Cu ajutorul creşterilor finite rata căderilor capătă forma:

Scanned with OKEN Scanner

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{F(t)} = \frac{\Delta n}{n_0}\frac{1}{\Delta t}\frac{n_0}{n} = \frac{\Delta n}{n}\frac{1}{\Delta t} \qquad (9.36)$$

Dacă intervalul Δt este foarte mic, atunci:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\text{Probabilitatea ca elementul care a funcționat în intervalul (0, t) să se defecteze în intervalul (t, t+}\Delta t)}{\Delta t} \qquad (9.37)$$

Rata defectărilor poate fi definită şi cu ajutorul probabilităților condiționate considerând elementele:

A – buna funcționare pe intervalul **(0, t)**;

B – apariția unui defecte pe intervalul **(t, t+Δt)**.

Probabilitatea unei defectări pe durata **Δt** la cele **n** elemente în stare de funcționare, la începutul intervalului **(t, t+Δt)** este:

$$\lambda(t) = P(B/A) = P(A \cap B)/P(A) \qquad (9.38)$$

Dar, probabilitatea intersecției **P(A∩B)** reprezintă densitatea căderilor în intervalul considerat iar **P(A) = F(t)**. Se ajunge astfel la relația (9.32).

Dacă se face reprezentarea grafică a indicatorului **λ(t)**, deci, a ratei căderilor, se obține curba din figura 9.8.

După cum se observă în figura 9.8, rata de defectare în funcție de durata efectivă de serviciu reprezintă convențional trei perioade de variație.

Prima perioadă (I) numită ***perioadă de rodaj*** sau ***perioadă infantilă*** se caracterizează printr-o rată ridicată a căderilor, descrescătoare în timp. Această perioadă cuprinde defectele care apar la începutul punerii în funcțiune a sistemului tehnic. Ele sunt datorate, în cea mai mare parte, unor defecte "ascunse" de fabricație pe care un control oricât de riguros nu reuşeşte să le depisteze. Aceste tipuri de defecte nu trebuie să se producă la beneficiar şi se caută a se elimina prin încercări de probă la controlul final de fabricație. Avându-se în vedere că şi după încercările de probă pot rămâne "defecte ascunse" s-a introdus perioada de garanție.

A doua perioadă (II) numită ***perioada maturității*** sau ***perioada defectelor accidentale*** este caracterizată de o rată aproximativ constantă a căderilor de natură accidentală.

A treia perioadă (III) numită ***perioada bătrâneții*** este caracterizată de o creştere rapidă a defectelor ca urmare a uzurii fizice intense a elementelor constitutive ale sistemului tehnic.

9.4.6. Media timpului de bună funcționare

Durata medie de viață a sistemelor tehnice este analoagă cu durata separată de viață a unei persoane dintr-o populație umană. Ea

Scanned with OKEN Scanner

nu trebuie confundată cu noțiunea de ***media timpului de bună funcționare (MTBF)*** așa cum apare deseori în literatura de specialitate. Noțiunea de ***durată medie a vieții*** este utilizată pentru situațiile în care componentele sistemului tehnic nu sunt înlocuite după defectarea lor şi reprezintă ***media aritmetică a duratelor de funcționare*** până la defectarea tuturor mostrelor testate. ***MTBF*** se foloseşte pentru situațiile în care componentele sunt înlocuite după defectare şi reprezintă raportul dintre intervalul total de funcționare față de numărul total al defectelor. Se observă uşor că în cazul înlocuirii totale a echipamentelor defecte ***MTBF*** reprezintă exact acelaşi parametru ca şi durata medie a vieții. Este însă important să se țină seama că parametrul ***MTBF*** are o reală semnificație numai în cazul înlocuirii componentelor defecte; în plus, mai trebuie să se țină seama şi de faptul că utilizarea lui este corectă numai în cazurile când se pot aplica legi de repartiție exponențiale.

Durata medie de viață a unui produs este foarte frecvent utilizată ca parametru de fiabilitate datorită probabil şi semnificației care pare uşor de intuit. Această noțiune prezintă aspecte diferite depinzând de faptul dacă produsul respectiv este reparabil sau nu (cu sau fără restabilire).

Se consideră spre exemplu nouă lămpi de iluminat puse în funcțiune în condiții identice. Prima lampă se va arde după un timp τ_1, a doua la timpul τ_2, a treia la timpul τ_3 etc conform diagramei din figura 9.9.

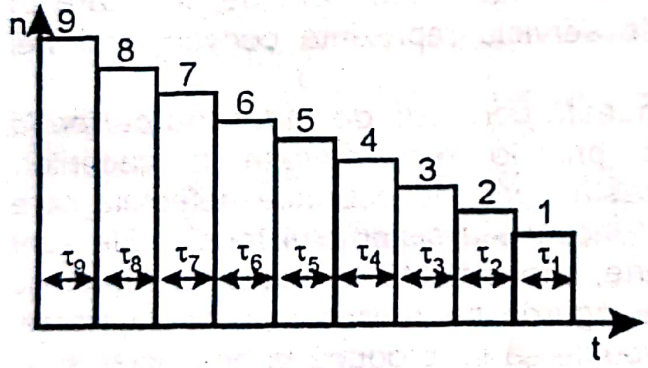


Fig.9.9. Graficul de funcționare a lămpilor

Dacă τ_j este timpul ce separă două defectări consecutive atunci timpul între defectări este TBF (***time between failures***) pe care-l denumim ***timp de bună funcționare*** fiind caracterizat de valorile timpilor $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_9$. Dacă elementul defect se înlocuieşte sau se repară, timpul bunei funcționări TBF capătă altă semnificație de durată medie, simbolizată prin ***MTBF*** (***men time between faiklures***) sau media timpului de bună funcționare. Menționăm că atunci când un element defect este înlocuit sau reparat sistemul tehnic este considerat (cu aproximație) ca nou la fiecare punere în serviciu. În cazul unei populații foarte mari, de exemplu constituită din lămpi cu incandescență, se fac următoarele constatări: dacă lămpile arse nu se înlocuiesc, atunci curba duratei de viață are o repartiție normală N (cu MTBF = m_0 şi abaterea medie pătratică σ_0), figura 9.10, iar dacă se înlocuiesc pe măsură ce se ard, prima generație de lămpi începe să dispară având aceeaşi medie m_0 =

MTBF, figura 9.11. Lămpile din a doua generație nu sunt puse simultan în serviciu și prin urmare curba de repartiție a arderilor se obține aplatisată ($\sigma_2 \approx 2.\sigma_0$) cu un maxim la $m \approx 2.m_0$. Încep să intre în funcțiune și lămpile din a treia generație având o curbă de repartiție și mai aplatisată ($\sigma_3 \approx 3.\sigma_0$) cu un maxim la $m \approx 3.m_0$. Procesul se continuă în același mod și după un timp $t = n.m_0$ practic pentru $t = (4 \div 5).m_0$ se obține o stabilizare a frecvenței căderilor. Rata căderilor, a lămpilor de vârstă inegală, capătă o valoare constantă ($\lambda_3 = 1/m$) cauzată numai de uzură. Durata medie **m**, în acest caz, va fi egală cu timpul mediu între defectările unei populații de amestec. Rata defectărilor este constantă dar acestea nu sunt defecte pur accidentale, ci din contră, sunt numai defecte de uzură. Dacă elementele sunt nerecuperabile (neînlocuibile) se ia în considerație timpul până la defectare **TTF (time to failure)**. Media acestor valori, denumită ***durată medie de funcționare*** reprezintă deci o medie a timpului până la prima defectare ***MTBF*** (***men time to failure***) fiind deci media aritmetică a duratei de viață (de funcționare).

$$MTTF = \frac{1}{n_0}\sum_{i=1}^{n_0} t_j \qquad (9.39)$$

În cazul elementelor reparabile, după înlocuirea tuturor elementelor, ***MTBF*** reprezintă exact aceeași valoare ca și durata medie de funcționare până la prima defectare – ***MTTF***. Din acest motiv ***MTBF*** poate fi utilizată și la elementele reparabile (cu înlocuire) și la elementele nereparabile (fără înlocuire) cu semnificația menționată mai sus.

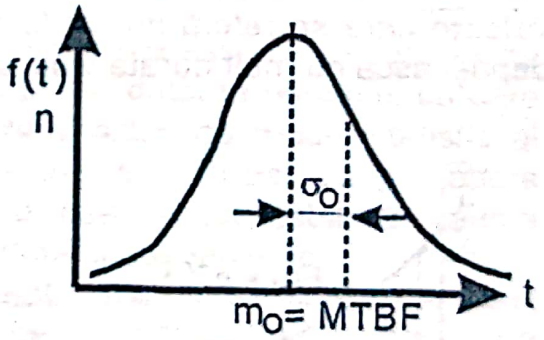


Fig.9.10. Densitatea de probabilitate la un sistem cu restabilire

Expresia analitică a mediei timpului de bună funcționare ***MTBF***, se poate determina cu relația generală:

$$M(t) = MTBF = m = \int_0^{\infty} t.f(t).dt \qquad (9.40)$$

Înlocuid cu relațiile anterioare:

$$m = MTBF = \int_0^{\infty} t\frac{dF}{dt}dt \qquad (9.41)$$

și integrând prin părți (**- dF = du, t = v**) se obține:

$$MTBF = -F.t\Big|_0^\infty + \int_0^\infty F.dt = \int_0^\infty F.dt \qquad (9.42)$$

în cazul că λ = **constant**:

$$MTBF = \int_0^\infty F.dt = \int_0^\infty e^{-\lambda t}dt = \frac{1}{\lambda}e^{-\lambda t}\Big|_0^\infty = \frac{1}{\lambda} \qquad (9.43)$$

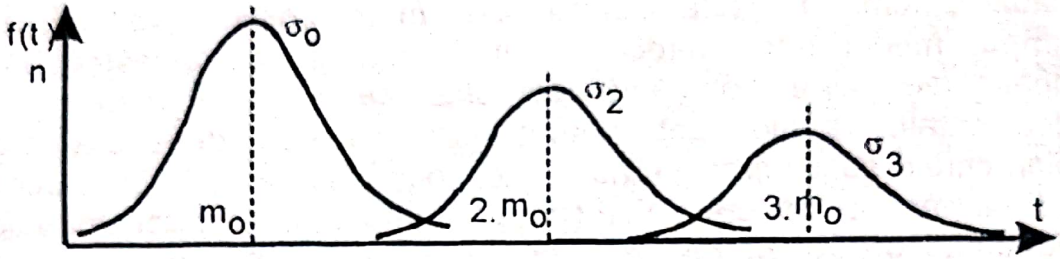


Fig.9.11. Densitatea de probabilitate la un sistem cu restabilire

Se observă, în acest caz particular, legătura dintre MTBF şi rata defectărilor.

Se face observaţia că în cazul elementelor reparabile MTBF reprezintă durata medie între căderi sau până la prima cădere, iar pentru elementele nereparabile reprezintă durata medie până la apariţia unui defect.

După cum se observă din expresia (9.43), media timpului de bună funcţionare pentru λ = **constant** este egal cu **1/λ**. Această valoare care se referă numai la defectele pur accidentale, poate să depăşească cu mult durata vieţii utile a unui produs.

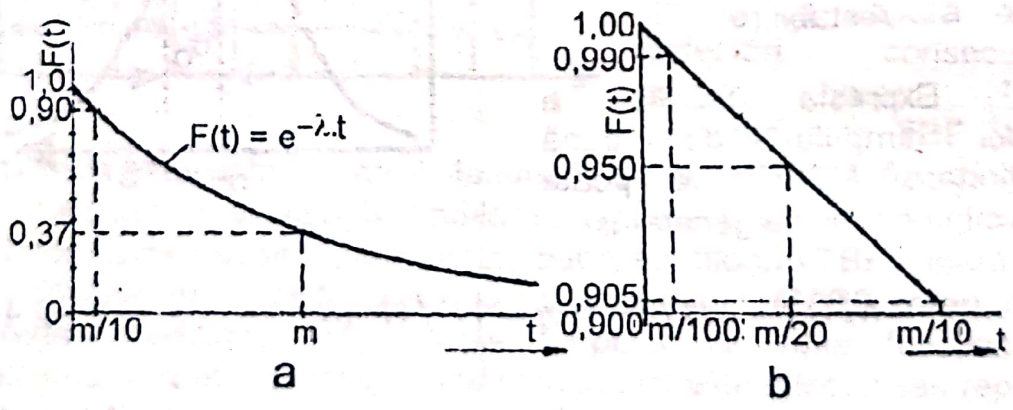


Fig.9.12. Fiabilitatea corespunzătoare valorilor submultiple ale MTBF-ului (a – t > m/10; b - t∈(m/100, m/10)

În studiul practic al fiabilităţii se urmăreşte, în general, să se prevadă probabilitatea de supravieţuire a unei misiuni pe o durată

dată. Dacă durata misiunii este egală cu **MTBF = 1/λ**, atunci fiabilitatea misiunii este **MTBF = e^{-1} = 0,37**. În cazul când durata misiunii **t** este foarte mică în raport cu MTBF **(MTBF << 1)**, expresia fiabilității (9.18) se poate simplifica prin dezvoltare în serie Taylor şi neglijând termenii de ordin superior rezultă:

$$F(t) = e^{-\lambda.t} = 1 - \lambda.t \qquad (9.44)$$

Pentru **t = m/10** fiabilitatea este **0,90**, pentru **t = m/100** fiabilitatea este **0,99** şi pentru **t = m/1000**, fiabilitatea este **0,999**. Fiabilitatea de **0,999** arată că dintr-o mie de produse identice puse în funcțiune, în timp de **t = m/1000** ne putem aştepta ca **999** să rămână în stare de bună funcționare, iar unul să se defecteze. Continuând în acest mod, se găsesc pentru fiabilitate valorile: **F = 0,9999** pentru **t = m/10000**, **F = 0,99999** pentru **t = m/100000** etc. Aceste rezultate sunt valabile pentru orice produs industrial care se supune legii exponențiale. Se poate trasa o curbă de fiabilitate tip unică pentru toate materialele, luând ca unitate a variabilei aleatoare timpul redus (**t/m**), figura 9.12.

9.4.7. Repartiții utilizate în fiabilitate

Progresul ştiințifico-tehnic contemporan a determinat apariția unor preocupări sistematice, bazate pe un instrument statistico-matematic adecvat, privind prognoza evoluției în timp a calității sistemelor tehnice. Aceste preocupări s-au constituit într-o disciplină de graniță, interdisciplinară, între inginerie şi matematicile aplicate, sub denumirea de fiabilitate sau siguranță în funcționare.

În prima perioadă de dezvoltare a acestei discipline, datorită pe de o parte domeniului specific în care aceasta a debutat (este vorba de electronică) şi, pe de altă parte, datorită uşurinței cu care poate fi mânuit din punct de vedere analitic, ca model statistic al repartiției timpilor de bună funcționare, s-a utilizat cu precădere repartiția exponențială. Foarte curând însă s-a constatat că aceasta prezintă, în multe aplicații, cel puțin două inconveniente:

a – admite ca ipoteză relativ restrictivă constanța ratei (intensității) defectărilor. În practică, cel puțin frecvent întâlnim cazuri când această mărime creşte în timp, dar sunt numeroase cazuri când aceasta chiar descreşte;

b – fiind un model cu un singur parametru, nu prezintă suficientă elasticitate pentru a modela clase mai largi de fenomene, specifice cercetărilor de durabilitate şi fiabilitate.

Pentru a depăşi aceste inconveniente, inginerul suedez Walloddi Weibull, în anul 1951, a propus un model matematic cunoscut sub denumirea de repartiția Weibull, care este astăzi în domeniul fiabilității chiar în situația de a i se atribui aceleaşi proprietăți de "generalitate" ce se atribuie eronat şi exagerat repartiției normale în domeniul erorilor de măsurare.

Scanned with OKEN Scanner

Ca urmare, se vor prezenta aspectele de bază ale repartiţiilor exponenţială şi Weibull, utilizate pe larg în domeniul fiabilităţii.

Repartiţia exponenţială. Repartiţia exponenţială a jucat oarecum în teoria fiabilităţii rolul dominant pe care îl are în statistica, numită clasică, repartiţia normală. Constanţa ratei defectărilor a impus-o ca model în teoria durabilităţii şi fiabilităţii produselor şi sistemelor complexe, pentru care este specific fenomenul căderilor întâmplătoare în domeniul de "viaţă utilă".

Parametrii statistici ce caracterizează repartiţia exponenţială se determină cu expresiile:

- densitatea de probabilitate:

$$f(t) = \lambda . e^{-\lambda . t} \tag{9.45}$$

- fiabilitatea:

$$F = e^{-\lambda . t} \tag{9.46}$$

- funcţia de repartiţie:

$$R = 1 - e^{-\lambda . t} \tag{9.47}$$

- media timpului de bună funcţionare:

$$MTBF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda . t} . dt = 1/\lambda \tag{9.48}$$

- dispersia:

$$\sigma^2 = 1/\lambda^2 \tag{9.49}$$

În figura 9.13 se prezintă respectiv densitatea **f(t)**, funcţia de siguranţă sau funcţia fiabilităţii **F(t)** şi intensitatea sau rata căderilor **λ(t)**. Se observă că pentru **t = MTBF = 1/λ, F(t) = 0,37**.

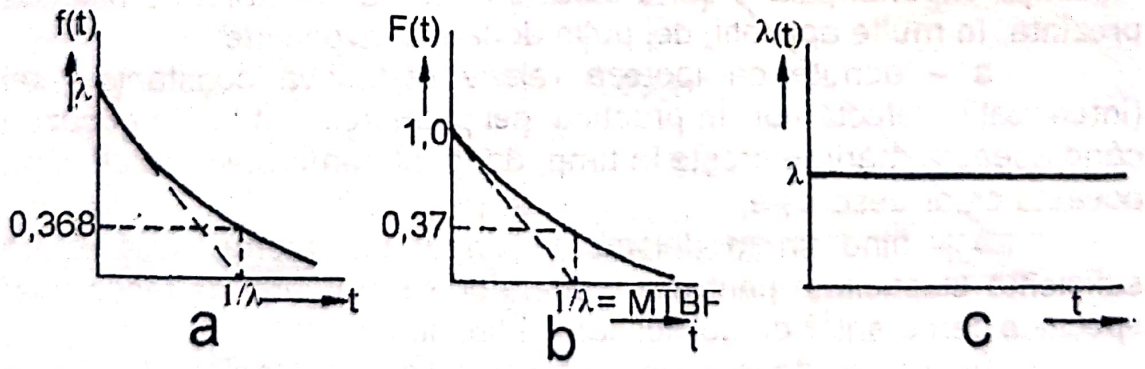


Fig.9.13. Repartiţia exponenţială (a – densitatea de probabilitate; b – funcţia fiabilităţii; c – rata căderilor)

Repartiţia Weibull. Inginerul suedez Walloddi Weibull a propus, în 1951, pentru rata căderilor următoarea funcţie:

Scanned with OKEN Scanner

$$\lambda(t)=\frac{d}{dt}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}=\frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1} \quad (9.50)$$

unde η, β şi γ sunt parametrii respectiv de scară, de formă şi de poziţie care definesc legea Weibull.

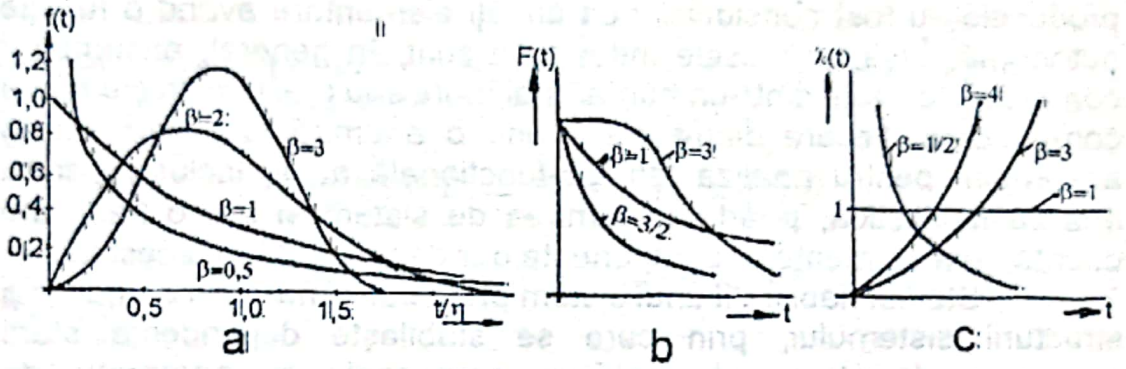


Fig.9.14. Repartiţia Weibull (a – densitatea de probabilitate; b – funcţia fiabilităţii; c – rata căderilor)

- densitatea de probabilitate:

$$f(t)=\frac{\beta}{\eta}\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta-1}.e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}}=\lambda(t).e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \quad (9.51)$$

- fiabilitatea:

$$F(t)=e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \quad (9.52)$$

- funcţia de repartiţie:

$$R(t)=1-e^{-\left(\frac{t-\gamma}{\eta}\right)^{\beta}} \quad (9.53)$$

În figura 9.14 sunt reprezentate densitatea de probabilitate **f(t)**, fiabilitatea **F(t)** şi rata căderilor **λ(t)**.

Legea Weibull fiind definită de trei parametri este foarte suplă şi modelează bine procesele de uzură mecanice şi electrice. Media timpului de bună funcţionare este dată de expresia:

$$MTBF=\gamma+\frac{\eta}{\beta}\Gamma(1/\beta) \quad (9.54)$$

iar dispersia cu relaţia:

$$D(t)=\sigma^2=\eta^2.\left[\Gamma\left(\frac{2}{\beta}+1\right)+\Gamma^2\left(\frac{1}{\beta}+1\right)\right] \quad (9.55)$$

Scanned with OKEN Scanner

Funcția Γ este tabelată. Există şi anumite grafice cu scări funcționale (graficul Weibull) care uşurează considerabil studiul experimental al acestei legi.

9.4.8. Fiabilitatea sistemelor

În paragrafele precedente, pentru determinarea fiabilității, produsele au fost considerate ca unități elementare având o funcție autonomă. Însă, produsele industriale sunt, în general, ansambluri complexe, formate dintr-un număr mai mare sau mai mic de elemente componente, fiecare dintre ele având o anumită fiabilitate. Întreg ansamblu, pentru analiza tehnico-funcțională a lui, inclusiv pentru analiza fiabilistică, poartă denumirea de sistem şi are o fiabilitate diferită de a elementelor componente dar dependentă de acestea.

Studiul fiabilității unui sistem presupune mai întâi o analiză a structurii sistemului, prin care se stabileşte dependența stării sistemului de starea elementelor componente cu parametrii de fiabilitate cunoscuți prealabil. Sistemele pot fi reparabile sau nereparabile, aceasta depinzând şi de ipotezele admise asupra funcționării şi de condițiile impuse exploatării. Referitor la sisteme, se pot face următoarele ipoteze:

a – echipamentul considerat poate avea, la un moment dat, una din următoarele două stări: de bună funcționare sau defect;

b – echipamentul poate fi descompus în **k** componente (elemente sau blocuri), numerotate de la **1** la **k**, astfel încât, la un moment dat, să fie în stare de bună funcționare sau defect, iar starea echipamentului (bun sau defect) depinde numai de starea componentelor;

c – fiecare component al sistemului are o durată **T** aleatoare, fiind în stare bună în intervalul **(0, T)** şi în stare defectă după momentul **T**;

d – variabila aleatoare T_i **(i = 1, 2,...,k)** este independentă. Această ultimă ipoteză este greu de verificat practic. Din punct de vedere a structurii, sistemele pot fi: serie, paralel şi mixtă (combinată).

Sisteme cu structură serie. Un sistem **S** format din **n** componente are o structură serie dacă funcționarea sistemului constă în funcționarea celor **n** componente şi dacă defectarea oricărui component atrage după sine defectarea sistemului. Structura serie se poate reprezenta grafic printr-o schemă ca în figura 9.14.

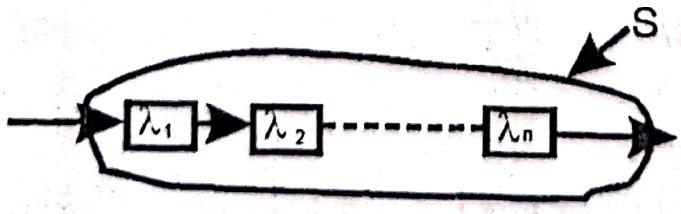


Fig.9.14. Schemă structurală în serie

Se consideră notația: E – evenimentul care constă în funcționarea sistemului **S**, iar $E_1, E_2,...,E_n$ – ca fiind

evenimentele ce reprezintă funcționarea componentelor. În cazul sistemului cu structură serie, conform definiției avem:

$$E = \bigcap_{i=1}^{n} E_i$$

Probabilitatea evenimentului E va fi:

$$P(E) = \prod_{i=1}^{n} P(E_i)$$

dar, **P(E)** şi **P(Ei)** reprezintă fiabilitatea sistemului şi a elementului de ordin **i**. În consecință, fiabilitatea sistemului este dată de relația:

$$P(E) = F_S = F_1.F_2...F_n = \prod_{i=1}^{n} F_i \qquad (9.56)$$

Dacă elementele sistemului au ratele defectărilor constante rezultă:

$$F_S = \prod_{i=1}^{n} e^{-\sum_{i=1}^{n}\lambda_i.t} = e^{-\lambda_S.t} \qquad (9.57)$$

unde:

$$\lambda_S = \lambda_1 + \lambda_2 + ... + \lambda_n \qquad (9.58)$$

reprezintă rata defectărilor sistemului. Dacă elementele sistemului sunt identice, fiabilitatea acestuia va fi:

$$F_S(t) = e^{-\lambda_S.t} = e^{-n.\lambda.t} = \left[F_i(t)\right]^n \qquad (9.59)$$

iar rata defectărilor:

$$\lambda_S = n.\lambda \qquad (9.60)$$

Media timpului de bună funcționare va fi:

$$MTBF = \int_0^{\infty} e^{-\lambda_S.t}.dt = \frac{1}{\lambda_S} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{n}\lambda_i} \qquad (9.61)$$

şi în cazul componentelor identice:

$$MTBF = \frac{1}{n.\lambda} \qquad (9.62)$$

Influența fiabilității componentelor şi a numărului acestora asupra fiabilității sistemului cu structură serie se poate urmări spre exemplu datele din tabelul 9.6.

Conform datelor din tabelul 9.6, se consideră că sistemul poate avea **1, 2, 10, 100** componente similare cu aceeaşi fiabilitate F_i. Se observă că un sistem cu **100** componente identice având fiecare fiabilitatea **0,90** practic nu poate funcționa.

Scanned with OKEN Scanner

Tabelul 9.6

Fiabilitatea sistemului cu n componente cu structură serie

R \ n	1	2	10	100
0,90	0,90	0,81	0,35	0,00
0,95	0,95	0,90	0,61	0,006
0,98	0,98	0,96	0,82	0,14
0,99	0,99	0,98	0,90	0,37

Rezultatele cercetărilor de fiabilitate asupra sistemelor au modificat radical concepția după care nivelul de siguranță a unui sistem este dat de nivelul celui mai slab component. Se justifică astfel concepția fiabilistică că asupra probabilității de bună funcționare a sistemului influențează fiecare component constitutiv al acestuia.

Sisteme cu structură paralel. Un sistem **S**, format din **n** componente funcționând simultan, are o structură în paralel dacă defectarea unui element nu înseamnă defectarea sistemului (funcționarea acestuia fiind asigurată până la defectarea ultimului component).

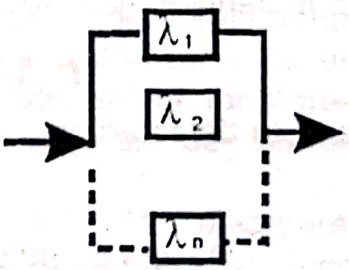


Fig.9.15. Sistem cu structură paralel

Modelul structural al sistemului cu structură paralel se prezintă în figura 9.15. Se consideră, ca şi în cazul precedent, evenimentul E – sistemul funcționează şi evenimentul E_i – componentele sistemului funcționează, de unde rezultă, conform definiției, evenimentul contrar:

$$\overline{E} = \bigcap_{i=1}^{n} \overline{E}_i \qquad (9.63)$$

Probabilitatea evenimentului $\overline{E}$ va fi:

$$P(\overline{E}) = \prod_{i=1}^{n} P(\overline{E}_i) \qquad 9.64)$$

Evenimentele E şi $\overline{E}$ formează un sistem complet de evenimente, adică:

$$P(E) + P(\overline{E}) = 1 \qquad (9.65)$$

Scanned with OKEN Scanner

Dar, probabilitatea **P(E)** reprezintă fiabilitatea sistemului: **P(E) = F_S**. Dacă F_i este fiabilitatea componentelor, $F_i = P(E_i)$, rezultă următoarea expresie pentru fiabilitatea sistemului cu structură paralel:

$$F_S = 1 - \prod_{i=1}^{n} P(E_i) = 1 - \prod_{i=1}^{n} [1 - P(E_i)] = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - F_i) \quad (9.66)$$

Dacă $\lambda_1 = \lambda_2 = \ldots = \lambda_n = \lambda$, media timpului de bună funcționare se determină în felul următor:

- se consideră fiabilitatea sistemului cu **n** componente cu structură paralel:

$$F_S = 1 - (1 - e^{-\lambda . t}).n \quad (9.67)$$

de unde rezultă:

$$MTBF = \int_0^{\infty} [1 - (1 - e^{-\lambda . t})^n] dt \quad (9.68)$$

Efectuând schimbarea de variabilă:

$$1 - e^{-\lambda . t} = u ; \ \lambda . e^{-\lambda . t} . dt = du ; \ dt = \frac{1}{\lambda} \frac{du}{e^{-\lambda . t}} \text{ sau}$$

$$dt = \frac{1}{\lambda} \frac{du}{1 - u}$$

se obține:

$$MTBF = \int_0^1 \frac{u - u^n}{\lambda . (1 - u)} du = \frac{1}{\lambda} \int_0^1 \frac{u - u^n}{1 - u} du$$

Înlocuind, de asemenea:

$$\frac{1 - u^n}{1 - u} = u^{n-1} + u^{n-2} + \ldots + u + 1$$

se obține expresia mediei timpului de bună funcționare a sistemului:

$$MTBF = \frac{1}{\lambda} \left[\frac{1}{n} + \frac{1}{n-1} + \frac{1}{n-2} + \ldots + \frac{1}{1} \right] = \frac{1}{\lambda} \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{i} \quad (9.69)$$

Sistemele cu structură tip paralel se mai numesc şi sisteme redundante sau cu redundanță. Redundanța poate fi activă (simplă) dacă toate componentele sistemului funcționează în permanență – chiar dacă nu sunt indispensabile – sau pasivă (cu comutație sau secvențială) dacă un singur element este pus să funcționeze, iar restul sunt în rezervă (neutilizate). Un exemplu de redundanță pasivă îl constituie roata de rezervă la un automobil.

Sisteme cu structură mixtă. Sistemele cu structură mixtă pot fi, la rândul lor, în serie-paralel sau în paralel-serie, figura 9.16.

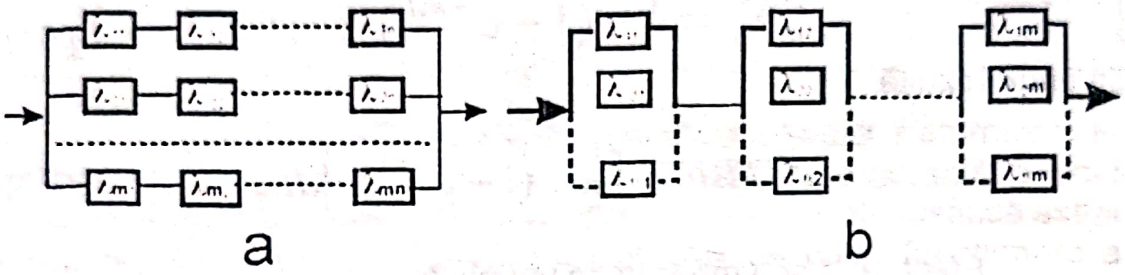
Scanned with OKEN Scanner

În cazul sistemelor cu structură serie-paralel (figura 9.16-a) fiabilitatea sistemului, pe o ramură a acestuia este:

$$F_j = \prod_{i=1}^{n} F_{ji}$$

iar fiabilitatea sistemului:

$$F_S = \prod_{j=1}^{m} (1 - F_j) = 1 - \prod_{j=1}^{m} \left(1 - \prod_{i=1}^{n} F_{ji} \right) \qquad (9.70)$$



a b

Fig.9.16. Schemă structurală serie-paralel (a) şi paralel-serie (b)

Sistemul paralel-serie (figura 9.16-b) are schema structurală formată din **m** grupe în serie de câte **n** elemente în paralel. Fiabilitatea unui grup este:

$$F_i = 1 - \prod_{j=1}^{m} (1 - F_{ij})$$

iar fiabilitatea sistemului:

$$F_S = \prod_{i=1}^{m} F_i = \prod_{i=1}^{m} \left[1 - \prod_{j=1}^{n} (1 - F_{ij}) \right] \qquad (9.71)$$

Sistemele care se pot aduce la structura serie sau paralel de la structura mixtă se mai numesc sisteme descompozabile. Există sisteme la care asocierile simple serie sau paralel nu pot fi aplicate fiind numite sisteme indescompozibile.

9.4.9. Mentenabilitatea

Mentenabilitatea este o însuşire calitativă a unui produs privită din punct de vedere al întreţinerii şi reparării. Mentenabilitatea poate fi definită calitativ şi cantitativ.

Din punct de vedere **calitativ, mentenabilitatea reprezintă capacitatea produsului de a putea fi supravegheat, întreţinut şi reparat într-o anumită perioadă de timp şi în anumite condiţii precizate.**

Din punct de vedere **cantitativ, mentenabilitatea este probabilitatea de restabilire a stării de funcționare a unui produs, în limitele de timp şi condițiile tehnice precizate prealabil.**

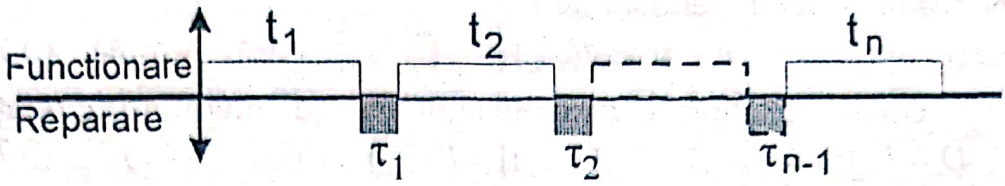


Fig.9.17. Diagrama succesiunii ciclului: funcționare-reparare

Se consideră diagrama succesiunii stărilor de funcționare şi reparare, figura 9.17. Duratele de funcționare sunt: $t_1, t_2,\ldots,t_n$, iar duratele de reparații sunt: $\tau_1, \tau_2,\ldots,\tau_{n-1}$. Media timpului de bună funcționare va fi:

$$MTBF = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} t_i \qquad (9.72)$$

iar rata defectărilor va fi:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \qquad (9.73)$$

În mod similar, media timpului de reparație (de restabilire) va fi:

$$MTR = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \tau_i \qquad (9.74)$$

iar rata reparațiilor va fi:

$$\mu = \frac{1}{MTR} \qquad (9.75)$$

În ipoteza că rata reparațiilor este constantă, probabilitatea de a nu repara produsul scade cu timpul având deci forma:

$$Q(\tau) = e^{-\mu.\tau} \qquad (9.76)$$

Mentenabilitatea creşte cu timpul fiind complementară funcției $Q(\tau)$ având expresia:

$$M(t) = 1 - e^{-\mu.\tau} \qquad (9.77)$$

având valorile $M(0) = 0$ şi $M(\infty) = 1$.

9.4.10. Disponibilitatea

Disponibilitatea reprezintă probabilitatea ca un produs să fie în stare de a-şi îndeplini funcția impusă, la un moment oarecare **t**. Pentru a determina disponibilitatea se consideră evenimentele: E_1 –

buna funcționare la momentul t; E_2 – defectarea înainte de momentul t; E_3 – repararea și readucerea sistemului în stare de bună funcționare la momentul t. Pe baza acestor evenimente se poate defini evenimentul dependent de ele:

$$E = E_1 \cup (E_2 \cap E_3) \tag{9.78}$$

Conform definiției, disponibilitatea se va determina cu relația:

$$D = P(E) = P[E_1 \cup (E_2 \cap E_3)] = P(E_1) + P(E_2).P(E_3) \tag{9.79}$$

Întrucât $P(E_1) = F$ – fiabilitatea produsului; $P(E_2) = 1 - F$ – probabilitatea de defectare, iar $P(E_3) = M$ – mentenabilitatea, va rezulta pentru disponibilitate expresia:

$$D = F + (1 - F).M \tag{9.80}$$

Substituindu-se relația (9.77) în relația (9.80) rezultă:

$$D = F + (1 - F).e^{-\mu.t} \tag{9.81}$$

Întrucât termenul $(1 - F).e^{-\mu.t}$ este complimentar disponibilității, fiind numit indisponibilitate,

$$G = (1 - F).e^{-\mu.t} \tag{9.82}$$

reprezintă probabilitatea ca sistemul să fie în stare de nefuncționare la momentul considerat:

$$G(t) = 1 - D(t) \tag{9.83}$$

9.4.11. Predicția și analiza fiabilității

Predicția fiabilității este procesul prin care se face o estimare numerică a capacității pe care o are un echipament de a realiza funcția care i se pretinde, fără să se defecteze. Mărimile luate în considerare pentru această evaluare sunt $F(t)$ sau probabilitatea supraviețuirii fără defectare după o perioadă de timp dată; durata medie a componentelor defecte și media timpului de bună funcționare, pentru situațiile de înlocuire a componentelor defecte.

Pentru evaluarea acestor parametri se consideră, în general, așa cum s-a specificat anterior, repartiția exponențială. Simplificarea metodei bazată pe repartiția exponențială o face foarte preferată în calculele practice. Ea s-a dovedit de fapt aplicabilă pentru foarte multe echipamente și sisteme complexe și este de fapt singura utilizată practic pentru predicția privind fiabilitatea echipamentelor electronice. Dacă echipamentele complexe analizate sunt alcătuite din mai multe componente având fiecare o durată de serviciu medie diferită de a celorlalte și abateri față de aceasta distribuite aleator, atunci dificultățile de funcționare ale sistemului se vor produce într-un ritm practic constant, după fiecare înlocuire a pieselor defecte. În consecință, chiar dacă defectele diferitelor piese survin la intervale inegale, ansamblul acestei populații de repere se manifestă prin apariția defectelor la intervale de timp elementare, însă cu o rată constantă a defectelor și o comportare exponențială. În figura 9.11 s-a

Scanned with OKEN Scanner

prezentat situaţia pentru populaţia lămpilor cu incandescenţă dintr-o unitate economică. Această relaţie a fost verificată pentru repartiţia defectărilor a numeroase echipamente, începând de la sistemele electronice până la motoare moderne de autobuze.

Modul defectării componentelor. În analizele privind predicţia defectelor este necesar să se anticipeze frecvenţa cu care se pot manifesta la diferite elemente componente sau complete de montaj la apariţia defectelor. Defectele catastrofice (din neşansă) sunt definite, în general, ca fiind cele care se produc când componentele devin brusc şi complet inactive sau manifestă spontan o modificare de mari proporţii a caracteristicilor; ele apar ca o avarie spontană, fără nici un simptom anterior de deteriorare. Ele pot fi deci considerate ca diferite de defectele prin uzură care sunt anticipate de deteriorări la început uşoare şi care se agravează pe măsura învechirii.

Un alt mod caracteristic de defectare a ansamblului componentelor constă în incompatibilitatea dintre limitele de toleranţă ale sistemului şi limitele de toleranţă individuală ale componentelor sau ale rezultatelor combinaţiilor acestora în cadrul sistemului. Uneori defectarea poate fi explicată prin neluarea în considerare la proiectarea echipamentului a variabilităţii iniţiale (în momentul zero al punerii în funcţiune) a mărimilor caracteristicilor componentelor; în alte cazuri ea se datorează neluării în considerare a variaţiei în timp a lor din cauza solicitărilor caracteristicilor componentelor.

Metode de predicţie. Etapele prezentate în continuare pot alcătui o metodă de predicţie a fiabilităţii utilizabilă, în principiu, evident, cu adaptări în funcţie de aspecte concrete ale aplicaţiei.

1. definirea sistemului şi a manifestărilor acestora care vor fi considerate defecte ale sistemului;

2. elaborarea unei scheme bloc a fiabilităţii care să evidenţieze modul de conexiune în serie sau paralel a componentelor esenţiale, de a căror bună funcţionare depinde comportarea corespunzătoare a întregului sistem. Elementele neesenţiale nu se iau în considerare la elaborarea schemei bloc (de exemplu, micile becuri de bord la diversele instalaţii sau produse);

3. întocmirea unei fişe cu toate componentele fiecărui bloc şi, eventual, precizarea rolului funcţional şi solicitările individuale ale acestora;

4. culegerea şi prelucrarea statistică a datelor privind fiabilitatea individuală a componentelor. Aceste date conduc la obţinerea de informaţii adecvate privind defectările catastrofice posibile şi limitele de toleranţă ale caracteristicilor componentelor, în funcţie de timp şi în condiţii de ambianţă şi operaţionale precizate;

5. determinarea distribuţiilor corespunzătoare ale defectării pentru fiecare componentă, subansamblu sau modul din sistem;

Scanned with OKEN Scanner

6. determinarea distribuţiilor defectării blocurilor şi sistemului pe baza distribuţiilor defectării componentelor;

7. determinarea indicelui corespunzător de fiabilitate prin intermediul funcţiei de fiabilitate **F(t)**, mediei timpului de bună funcţionare sau al duratei medii de funcţionare până la defectare.

Se vor prezenta, în continuare, câteva exemple privind aplicarea metodelor de predicţie a fiabilităţii.

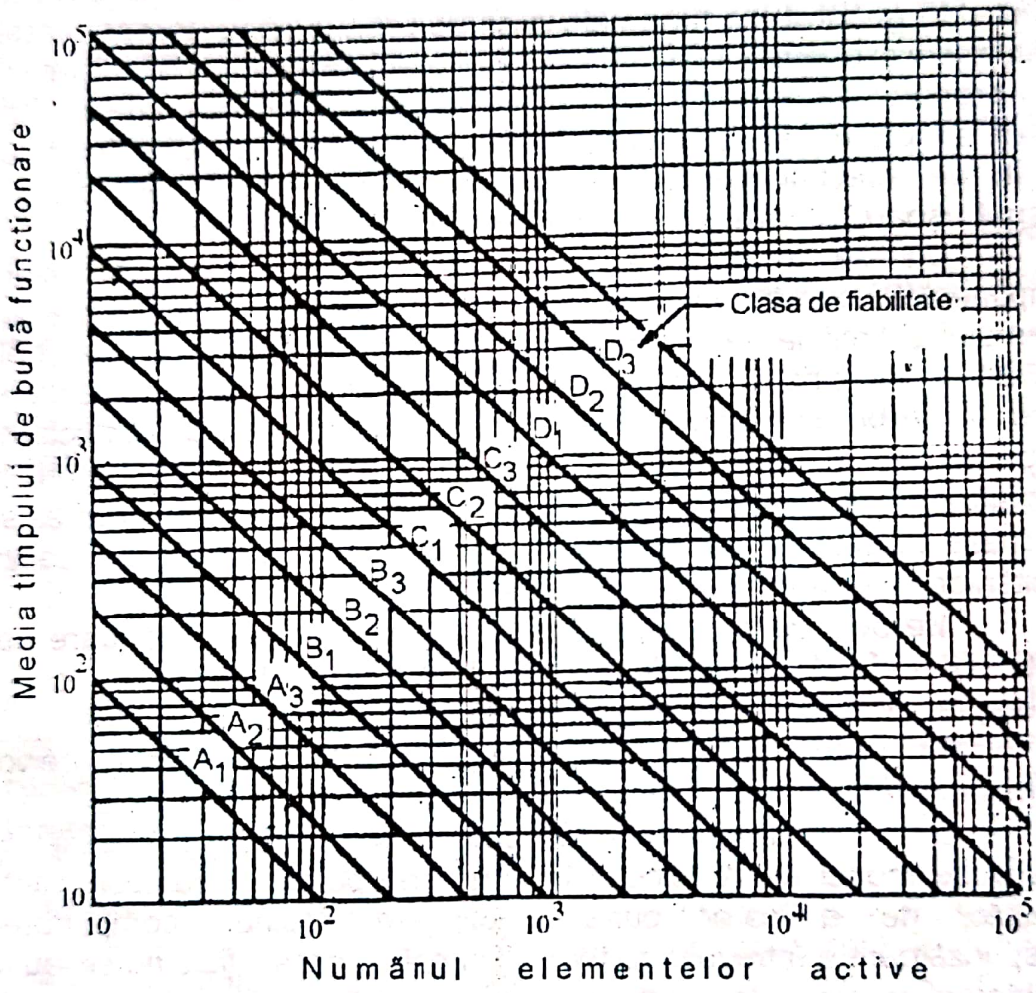


Fig.9.18. Media timpului de bună funcţionare în funcţie de numărul elementelor active pentru diferitele clase de fiabilitate

Exemplul de calcul 1. Metoda "Ballpark" pentru echipamente electronice. Această metodă poate fi utilizată pentru estimarea rapidă a fiabilităţii echipamentului, cunoscând numărul şi condiţiile specifice de solicitare a componentelor sale active neredundante. Într-un astfel de caz se încadrează tuburile cu vid, tranzistoarele, releele şi diodele de redresare. În figura 9.18 este trasată media timpului de bună funcţionare în dependenţă de numărul elementelor active şi clasa de fiabilitate, corespunzătoare grupei de clasificarer a defectelor la analiza calităţii prin

Scanned with OKEN Scanner

metoda demeritelor. În tabelul 9.7 sunt prezentate diferitele categorii de echipament, în grupe de calitate inferioară, medie şi superioară.

Funcţia de fiabilitate poate fi obţinută pe baza mediei timpului de bună funcţionare, utilizând expresia repartiţiei exponenţiale:

$$F(t) = e^{-\frac{t}{m}}$$

în care **t** este intervalul de timp care interesează şi **m** este media timpului de bună funcţionare.

Se presupune, de exemplu, că se doreşte estimarea fiabilităţii unui echipament aeropurtat, tranzistorizat, de înaltă calitate, conţinând 500 de elemente active. Din tabelul 9.7 se observă că un asemenea echipament se încadrează în grupa **B**. Utilizându-se datele din figura 9.18 se găseşte la intersecţia diagonalei B_3 cu linia verticală pentru **500** elemente active, la care se citeşte uşor că durata medie între defecte poate fi estimată la 90 ore.

Exemplul de calcul 2. Însumarea ratei defectărilor. Această metodă este, în general, mai exactă decât cea din primul exemplu şi se bazează pe ipoteza că funcţia de densitate a probabilităţii defectărilor este exponenţială. Aceasta permite adunarea simplă a ratelor medii ale defectării componentelor; prin adunare se obţine rata defectării echipamentului sau sistemului, iar pe baza acesteia se determină media timpului de bună funcţionare sau funcţia de fiabilitate. Baza matematică a acestei metode este dată de relaţia (9.57). În fond, prin această metodă se consideră numărul componentelor neredundante de fiecare tip, se înmulţeşte acest număr cu rata medie de bază a defectării pentru fiecare tip de component şi se adună rezultatele pentru a obţine rata defectării echipamentului în ansamblu. MTBF este în acest caz inversul ratei defectării echipamentului, iar funcţia de fiabilitate a echipamentului poate fi obţinută utilizând expresia (9.57).

Tabelul 9.7

Clasificarea fiabilităţii pentru echipamente electronice

Tipul de echipament	Clasa de fiabilitate		
	Calitate inferioară	Calitate medie	Calitate superioară
Echipamente pentru aeronave, cu tuburi	A_1	A_2	A_3
Echipamente pentru aeronave, tranzistorizate	B_1	B_2	B_3
Echipamente fixe de comandă de pe sol, cu tuburi	B_1	B_2	B_3
Echipamente fixe de comandă de pe sol, tranzistorizate	C_2	C_3	D_1

Scanned with OKEN Scanner

Echipamente mobile, cu tuburi	A_2	A_3	B_1
Echipamente mobile, tranzistorizate	B_2	B_3	C_1
Echipamente de rachete, cu tuburi	A_1	A_2	A_3
Echipamente de rachete, tranzistorizate	B_1	B_2	B_3
Echipamente de nave maritime, cu tuburi	B_1	B_2	B_3
Echipamente de nave maritime, tranzistorizate	C_1	C_2	C_3
Echipamente de nave spațiale, cu tuburi	B_1	B_2	B_3
Echipamente de nave spațiale, tranzistorizate	C_1	C_2	C_3

În tabelul 9.8 este prezentat un exemplu privind modul în care poate fi aplicată această metodă; exemplul se referă la un sistem în care se folosesc componente ale căror medii de defectare corespund celor din tabelele 9.9 şi 9.10. Tabelele 9.9 şi 9.10 sunt concepute pentru a fi utilizate în predicția fiabilității.

Tabelul 9.8

Exemplu de calcul a fiabilității

Piesa	Cantitatea totală	Rata defectării în 10^6 ore	Total defecte la 10^6 ore
Tuburi electronice, receptoare	96	6	576,00
Tuburi electronice, emițătoare (tetrode de putere)	14	40	480,00
Tuburi magnetron	1	100	200,00
Tuburi CERT	1	15	15,00
Diode cu cristal	7	2,98	20,88
Condensatoare, fixe, ceramice, de înaltă capacitate	59	0,18	10,62
Condensatoare ,fixe, folii de tantal	2	0,45	0,90
Condensatoare, fixe, mică impregnată	89	0,018	1,80

Scanned with OKEN Scanner

Condensatoare, fixe, hârtie	108	0,01	1,08
Rezistoare, fixe, cărbune	467	0,027	9,67
Rezistoare, fixe, peliculă	2	1,6	3,20
Rezistoare, fixe, sârmă spirală	22	0,39	0,58
Rezistoare, variabile, compound	38	7,0	266,00
Rezistoare, variabile, sârmă spiralată	12	3,5	42,00
Conectori, coaxiali	17	13,31	226,27
Inductori	42	0,938	39,40
Contoare electrice	1	1,36	1,36
Motoare, ventilator	3	630	1980,00
Relee, piezo	4	21,28	8512
Relee, contacte	14	1,01	14,14
Contactori teacă	25	0,57	13,6
Contactori rotativi	5	1,75	8,75
Transformatoare, de putere şi filtrare	31	0,0625	1,94
Total			3926,57

Media timpului de bună funcţionare, $MTBF = \frac{10^6}{3926,57} = 255\ ore$

Probabilitatea funcţionării corecte timp de 100 ore (fără defecte)

$R(100) = e^{-100/255} = e^{-0,392} = 0,676 = 67,6\%$

Exemplul de calcul 3. Predicţii pe baza distribuţiilor aferente componentelor, în condiţii de variaţie a caracteristicilor ca urmare solicitării. Exemplele 1 şi 2 s-au bazat pe distribuţiile medii ale defectării componentelor. Este un fapt bine cunoscut că distribuţiile medii ale defectării componentelor variază considerabil (uneori cu câteva ordine de mărime) în funcţie de solicitarea aplicată.

De exemplu, un bec de 110 V nu poate funcţiona mult timp dacă este alimentat la 220 V. Tocmai o asemenea interacţiune între caracteristicile componentei şi nivelul de solicitare la care funcţionează componenta determină rata defectării unei componente

Scanned with OKEN Scanner

într-o situație dată. În concluzie, la solicitări diferite, componentele au, cu necesitate, rate diferite ale defectării.

Tabelul 9.9

Ratele medii ale defectării pentru componente electronice pe categorii

Categoria componentei	Defecte, în 10^6 ore
Condensatoare fixe:	
- aluminium, folie, umezi	1,42
- ceramică, mare capacitate	0,18
- ceramică, mică capacitate	0,322
- sticlă şi porţelan, emailat	0,032
- mică, folii	0,63
- mică, compound	0,0086
- mică, impregnată	0,018
- mylar, metalizat	0,01
- mylar sau teflon	0,36
- hârtie	0,01
- peliculă plastică	0,038
- polistiren	0,41
- tantal, masă	0,024
- tantal, folie	0,45
- tantal, umed	0,32
Condensatoare variabile:	
- aer	0,13
- ceramică	5,68
- sticlă, cu piston	0,39
Cristale (control frecvenţă	1,36
Diode:	
- utilizate ca detectori sau mixeri	2,98
- comutare	0,23
- redresare	1,10
Inductanţe (deflecţie, focalizare, bobine radio)	0,938
Amplificatoare magnetice (sub 100 volţi)	0,075
Microcircuite:	
- digitale, complexitate medie	0,84
- liniare, complexitate medie	2,52
Rezistoare fixe:	
- cărbune	0,0207

Scanned with OKEN Scanner

- peliculă izolată	0,186
- peliculă de putere	1,60
- peliculă, de precizie	0,015
- sârmă specială	0,39
Rezistoare variabile:	
- compound	7,0
- sârmă spiralată	3,5
Contactoare rapide	4,50
Transformatoare:	
- audio	0,038
- putere şi filtrare	0,0625
- impuls (jos)	0,019
- analogic, siliciu, npn	1,28
- digital, siliciu, npn	0,39
Tuburi speciale:	
- oscilator de undă inversă	790
- catodice	15
- amplificator de câmpuri intersectate	600
- cinescoape	20
- Klystron (300 watt putere medie)	290
- Klystron (3000 watt putere medie)	90
- magnetron	200
- comutatoare de microunde	100
- redresoare de putere	15
- tiratroane	50
- duale	3700
- unde purtătoare	120
- regulatoare de tensiune (prin arc)	5
Tuburi emiţătoare:	
- de putere limitată	100
- tetrode de putere	40
- triode de putere	15
Tuburi receptoare:	
- miniatură	6
- nuvistori	1,3
- subminiatură	4

Ajustări în cazul repartiţiilor neexponenţiale ale defectelor (cazul genral). Deşi metodele prezentate, bazate pe o repartiţie exponenţială a defectelor, pot fi utilizate cu exactitate în cele mai multe aplicaţii, trebuiesc modificate dacă:

1 – sistemul conţine componente pentru care funcţia de repartiţie nu poate fi aproximată printr-o exponenţială în intervalul de timp care interesează;

Scanned with OKEN Scanner

2 – componentele care u o importanță hotărâtoare în fiabilitatea întregului sistem nu se încadrează într-o funcție exponențială de densitate a probabilității defectelor în timp.

Tabelul 9.10

Ratele medii ale defectării pentru componente neelectronice, pe categorii

Categoria componentei	Defecte, în 10^6 ore
Dispozitive acționare, hidraulice	7,15
Alternatoare	775
Baterii (secundare)	1429
Rulmenți	10-100
Conexiuni:	
- elastice	0,0073
- lipite	0,0044
- sudate	0,0022
- cablu	0,00000375
Conectoare:	
- categoria C	0,324
- multiple, circulare	1,03
- coaxiale	13,31
Contoare mecanice	4,54
Motoare de c. c.	100
Siguranțe fuzibile	8
Generatoare:	
- c. a.	1120
- c. c.	480
Aparate de sudură:	
- electrice	1,36
- mecanice	2,19
Girodirecționale:	
- integratoare	410,26
- de viteză	163,16
Lămpi (de bord)	4,5
Motoare:	
- exhaustoare, ventilatoare	630
- generatoare	38,793
- sincrone	0,80
Pompe:	
- auxiliare sau de combustibili	146,71
- hidraulice	1,68
Relee:	
- cu armătură	12,54

Scanned with OKEN Scanner

- cu contacte	1,01
- piezo	21,28
- termice	13,07
- temporizate	6,08
Comutatoare:	
- cu buton	0,21
- rotative	1,75
- rapide	2,27
Recipienți (de gaz comprimat)	506,33
Termostate	4,08
Traductoare de presiune	860
Valve:	
- închidere	310
- reglare	1740
- deschidere	714

Sistemele şi componentele mecanice, cum sunt motoarele, lagărele, rulmenții, intră, în general, în această categorie.

În asemenea cazuri nu se pot însuma ratele defectării diverselor componente, deoarece unele dintre acestea au rate de defectare care variază considerabil în timp. Metoda folosită în astfel de situații se bazează pe examinarea separată pe fiecare schemă bloc a porțiunilor diverselor blocuri care conțin componentele cu ratele constante ale defectării şi a porțiunilor care conțin componente cu rate variabile ale defectării.

9.4.12. Predicția şi analiza mentenabilității

Dat fiind importanța practică şi actualitatea acestei probleme, se va considera, pentru exemplificare, la prezentarea metodologiei, instalațiile termoenergetice.

Este cunoscut faptul că producția energiei electrice şi termice este determinată de disponibilitatea echipamentelor termoenergetice, deci a puterii electrice şi a capacității termice.

Echipamentele termoenergetice sunt instalații de durată lungă de viață (100.000 ore de funcționare) şi pentru realizarea acestei durate este necesară efectuarea întreținerii (adică întârzierea şi eliminarea uzurilor fizice dinamice) pe parcursul duratei de viață.

Funcționarea instalațiilor termoenergetice este, în general, fără variații, cu schimbări rare şi lente ale regimului de funcționare (cu excepția avariilor), ceea ce influențează favorabil durata de viață în exploatare a acestora.

Întreținerea instalațiilor poate fi preventivă – adică eliminarea uzurii se face înainte ca aceasta să depăşească limita admisă (deci să provoace avarii) – şi corectivă, atunci când eliminarea uzurii se

Scanned with OKEN Scanner

face ameliorând calitatea pieselor care au prezentat uzuri sau condițiile de funcționare cu randamente mai reduse.

Caracteristicile principale ale întreținerii trebuie să fie continuitatea și permanența până în momentul scoaterii din uz a echipamentului respectiv.

Prin aplicarea corectă a măsurilor de întreținere, procesul de dezvoltare a uzurilor fizice dinamice este întârziat (întreținere preventivă), iar prin recondiționarea elementelor care prezintă uzură crește durata de viață a acestora, conducând la reducerea cheltuielilor de producție, la asigurarea economicității funcționării și la creșterea gradului de siguranță.

Întreținerea echipamentelor termoenergetice are două părți distincte și anume:

- întreținerea curentă, care este strâns legată de exploatare (se execută în general cu echipamentul de bază parțial în funcțiune);
- reparațiile, care cuprind intervenții de volum de muncă mai mare și care se execută în cadrul sistemului de reparații adoptat de către decidenți și care este reglementat prin norme specifice de reparații a fondurilor fixe și, de asemenea, prin norme tehnice specifice de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice.

Lucrările de întreținere a instalațiilor termoenergetice sunt următoarele:

a. verificările preventive, care au ca scop stabilirea funcționării corecte a unor elemente, evoluția uzurilor și fluajul elementelor supuse acestui fenomen; ele sunt cuprinse în așa numitul grafic de verificări și probe profilactice și atrag după sine operații imediate cum ar fi:

- reglarea, în cazul în care se constată dereglări (cazul acționărilor electromecanice), regulatoare automate, protecții etc.;
- curățirea și ungerea pieselor care necesită aceste operații (de exemplu: lagăre cu ungere în baie de ulei, ungerea cu vaselină, angrenajele);
- asigurarea protecției anticorosive (vopsire) a elementelor supuse acțiunii corosive a mediului ambiant;
- asigurarea izolației termice și a protecției acesteia;
- înlocuirea pieselor care prezintă uzură și care, ținând seama de evoluția lor până la prima verificare, pot provoca neajunsuri în funcționare (uzura prematură a altor piese, scoaterea din funcțiune a elementelor respective), cum ar fi înlocuirea garniturilor, a sticlelor de nivel, rulmenților la

Scanned with OKEN Scanner

acționări electromecanice sau pompe mici, supape de ventile, motoare electrice mici, tije, bobine de acționare etc.

La stabilirea lucrărilor de întreținere curentă trebuie să se țină seama de gradule de periculozitate pe care îl introduc pentru securitate a personalului şi a instalației.

Lucrările care necesită cheltuieli mai mari şi cu grad de pericol ridicat se execută în cadrul reparațiilor.

b. stabilirea, evidența şi urmărirea uzurilor. Uzurile care apar în cadrul instalațiilor termoenergetice se divid în:

- eroziuni datorate:
  - frecărilor în cazul pieselor în mişcare (bolțuri, angrenaje, sertăraşe, discuri, rulmenți etc.);
  - vitezelor de transport ale fluidelor (în special apa sau emulsia apă-abur), mai ales în curbe, coturi, teuri, suprafețele de etanşare a armăturilor, paletajul ultimelor trepte ale turbinelor şi în zonele în care apar strangulări (laminări):
  - cavității (la pompe);
  - dezechilibrărilor pieselor în mişcare sau deformării;
- coroziuni datorate oxigenului sau agenților chimici şi mediului ambiant, ca urmare a neprotejării anticorosive.

c. scăderea în timp a caracteristicilor mecanice (fluarea) pentru elementele (țevi, conducte, armături etc.) care funcționează la temperaturi mai mari de 450^0.

d. pierderea calității mecanice (gripare, îndoire, umflare) ca urmare a unor încălziri locale datorate:

- pătrunderii unor elemente străine între suprafețele în frecare;
- înrăutățirii calității ungerii;
- întreruperii sau reducerii răcirii prevăzute în cazurile normale (întreruperea agentului de răcire, depunerea unor straturi izolatoare din punct de vedere al transmiterii căldurii);

e. oboselii materialului ca urmare a funcționării timp îndelungat.

f. necorelarea comportării normale a diverselor elemente (greşeli de concepție):

g. dilatări neuniforme care conduc la eforturi suplimentare în îmbinări, suporți.

Evidența şi urmărirea uzurilor. Ținând seama de cele arătate mai sus, este necesară întocmirea evidenței pieselor (elementelor) care prezintă uzuri.

Evidența evoluției uzurii se va face pe fişe privind istoricul piesei, întocmite pe baza informațiilor culese cu ocazia verificărilor programate şi a reparațiilor.

Scanned with OKEN Scanner

Evoluția uzurii se măsoară astfel:

- eroziunea şi coroziunea prin măsurarea stratului dislocat;
- pierderea calității mecanice prin scăderea în timp a caracteristicilor mecanice (σ_r, σ_c, σ_0 etc.) şi schimbarea dimensiunilor inițiale;
- grosimea straturilor izolatoare depuse (pentru schimbătoarele de căldură).

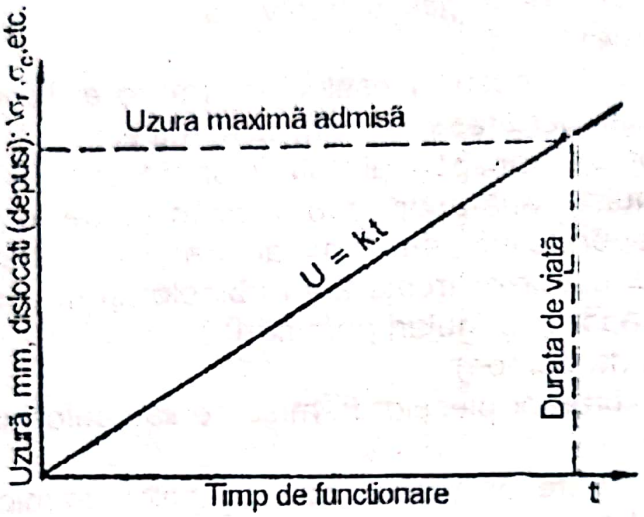


Fig.9.19. Evoluția uzurii în dependență de timpul de funcționare

Reprezentarea grafică generală a evoluției uzurii se face printr-o dreaptă şi conduce la stabilirea duratei de funcționare a elementului respectiv, figura 9.19.

În realitate, evoluția uzurii depinde de regimurile folosirii elementului considerat (număr de manevrări, viteza de mişcare, calitatea chimică a materialului şi mediului în care este exploatat, calitatea termică a fluidelor de lucru etc.):

$$k = \frac{U}{t}$$

unde **k** este viteza de creştere a uzurii.

În practică, limita maximă admisă pentru uzură se apreciază fie prin durata de funcționare, fie prin valoarea maximă a eroziunilor (jocurilor), coroziunilor (grosimii) sau grosimii straturilor de material izolat depus etc.

Toate uzurile maxime admise trebuie evaluate în durate limită de funcționare, cu scopul stabilirii intervalelor la care se fac intervențiile de eliminare a uzurilor.

Uzurile se împart, în funcție de viteza de creştere (coeficienții unghiulari), în:

- rapide, cu durata limită de funcționare până la 5.000 h (elemente de etanşare)
- mijlocii, cu durate limită de funcționare între 5.000 şi 10.000 h (rulmenți, robineți, elemente de zidărie, țevi tr.II de vaporizare);

- lente, cu durate limită de funcționare de până la 10.000 h (conducte, armături, palete, țevi, recipienți) și mai mult (schelete metalice, carcase, mantale recipienți etc.).

Stabilirea duratei limită de funcționare se realizează aflând media timpilor de bună funcționare, astfel:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}$$

unde t_i – timpul maxim de funcționare a piesei **i**; **n** – numărul de piese identice.

În cazul când numărul de piese este mic, **n** poate să însemne numărul de cicluri de încercare.

Exemplu de calcul. Stabilirea duratei medii de viață a unei bucșe din bronz pentru antrenarea ventilului de reglaj al apei de alimentare în exploatare. Partea care se uzează în funcționare este filetul bucșei, tija antrenată fiind din oțel aliat.

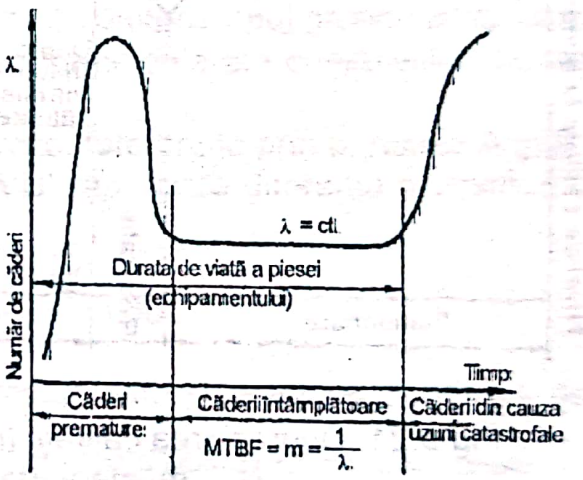


Fig.9.20. Durata de viață a piesei (sistemului)

Experiența arată că uzura filetului conduce la șficuirea acestuia (astfel că antrenarea tijei nu mai este posibilă) după durate cuprinse între 10 și 18 luni. Uzura filetului bucșei depinde în primul rând de numărul de acționări ale ventilului, care variază de la un ventil la altul.

Dacă considerăm că avem 4 ventile de reglaj identice, se constată că bucșa se uzează până la ieșirea din funcțiune după următoarele durate:

- ventil 1 = 10 luni;
- ventil 2 = 12 luni;
- ventil 3 = 14 luni;
- ventil 4 = 18 luni.

Având în vedere urmările menținerii în funcțiune a bucșei până la uzura maximă, considerăm că timpul de bună funcționare este mai redus cu o lună decât timpul maxim de funcționare, astfel că:

$$MTBF = \frac{9+11+13+17}{4} = \frac{50}{4} = 12{,}5 \text{ luni}$$

Dacă se reprezintă grafic variația duratei maxime de funcționare, în timp, se constată o evoluția ca în figura 9.20.

Fiabilitatea elementului sau probabilitatea de funcționare fără defect un timp t este dată de expresia:

$$F = e^{-\lambda \cdot t}$$

Similar, pentru un grup de elemente care formează un sistem, se poate determina prin reprezentarea grafică a căderilor ținând seama de toate căderile, indiferent care element a provocat căderea, stabilind astfel şi fiabilitatea sistemului:

$$F_S = e^{-\lambda_S \cdot t}$$

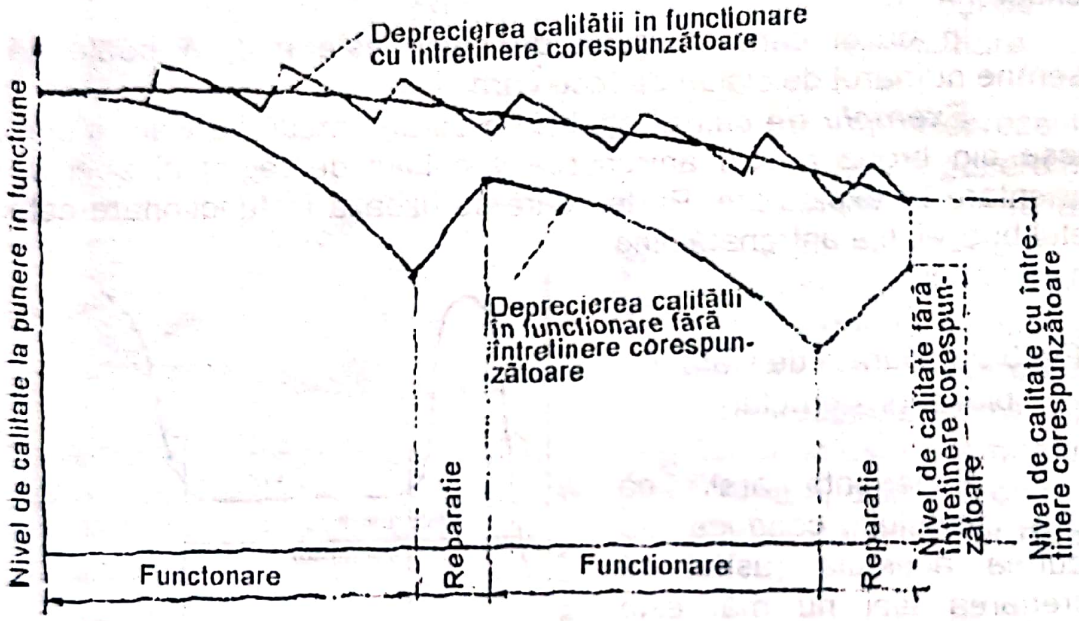


Fig.9.21. Deprecierea calității în timp a sistemelor tehnice cu şi fără mentenanță corespunzătoare

În timpul funcționării, ca urmare a uzurilor care cresc, calitatea echipamentului se depreciază, fiabilitatea scade, având evoluții distincte pentru cazurile când se asigură sau nu se asigură întreținerea necesară, ca în figura 9.21.

Evidența trebuie să se bazeze pe:

- întocmirea de fişe cu istoricul tuturor pieselor (elementelor) instalației din care să rezulte evoluția uzurilor, în scopul stabilirii duratelor medii de bună funcționare pentru fiecare piesă;
- ținând seama de acele rezultate din fişele istorice, obținute în urma analizei datelor înscrise în fişe precum şi indicațiile fabricii furnizoare (care trebuie să indice durata de viață pentru fiecare piesă şi condițiile ce trebuie respectate în timpul funcționării), se întocmesc graficele de intervenție, înlocuirea piesei respective),

graficele de aprovizionare cu materiale, de confecţionare a pieselor de schimb etc.

Folosirea datelor rezultate din evidenţa comportării (evoluţiei uzurii) pieselor se poate face în două scopuri şi anume:

- asigurarea intervenţiei (recondiţionarea, înlocuirea piesei) preventive astfel ca uzura piesei să nu producă degradarea altor piese şi să nu scoată nedorit din funcţiune agregatul;
- studierea cauzelor uzurilor frecvente, în scopul asigurării intervenţiei corective, adică eliminarea cauzelor, întărirea piesei, creşterea accesibilităţii pentru demontare şi montare.

Oportunitatea soluţiilor corective trebuie determinată pe baza unui calcul economic care să ţină seama de cheltuielile suplimentare (cu studiu, fabricarea pieselor noi, înlocuirea pieselor, datorită scoaterii din funcţiune etc.) precum şi economiile aduse prin aplicarea noii soluţii (datorate reducerii numărului de piese de rezervă, pierderilor de producţie evitate ca urmare a întăririi piesei etc.).

Aceasta se poate vizualiza cu ajutorul unui grafic-careu, care prezintă cele 4 direcţii cu variaţiile principale ale cheltuielilor, figura 9.22.

Soluţiile A şi B sunt reprezentate grafic prin punctele A şi B, ale căror proiecţii pe diagonala A'B' reprezintă diferenţa procentuală dintre soluţiile A şi B, respectiv:

$$d\% = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{00'}}.100$$

Exemplu de calcul. Presupunem o reţea de conducte de apă de alimentare care este prevăzută cu ventile de drenaj şi aerisiri.

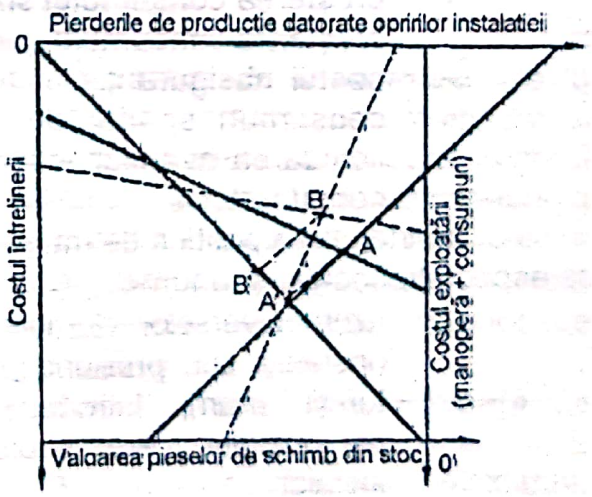


Fig.9.22. Grafic-careu pentru analiza oportunităţii acţiunilor de intervenţii preventive

Aceste ventile au scaunul din oţel şi ca urmare a funcţionării îndelungate apar neetanşietăţi (scurgeri) prin ventile, ceea ce constituie o pierdere de apă tratată, de căldură şi de energie de pompare.

Recondiţionarea constă în încărcarea cu sudură a scaunului utilizând fie electrozi de oţel, fie de stelit, după o tehnologie specială, apoi strunjirea şi şlefuirea scaunului.

Scanned with OKEN Scanner

Comparând cele două soluții rezultă că, pentru a asigura același nivel al pierderilor de apă prin drenaje și aerisiri, este necesară recondiționarea scaunelor ventilelor de două ori într-un an după prima soluție, cheltuielile de exploatare fiind aceleași în ambele soluții.

Și cheltuielile de recondiționare sunt egale în cele două soluții (a doua soluție este mai scumpă dar se execută numai odată pe an, față de prima care se execută de două ori pe an).

Valoarea electrozilor ținuți în stoc pentru aceste recondiționări este mai mare în soluția doua cu 2 unități monetare.

Pierderile de producție sunt mai mari în soluția întâia cu 10 unități monetare (nerealizarea producției și pierderi datorate opririi și pornirii instalației).

Rezultă că soluția de întărire a scaunului ventilelor prin folosirea electrozilor de stelit este mai bună, aducând o economie anuală de 10 – 2 = 8 unități monetare.

Această evidență a uzurilor, așa cum s-a specificat mai sus, stă la baza politicii de întreținere ce se adoptă, furnizând date pentru stabilirea următoarelor elemente de plan:

a – volumul cheltuielilor de întreținere (și reparații) care sunt determinate de:

- costul materialelor și pieselor de schimb;
- costul manoperei necesare;
- costul întreruperii funcționării agregatelor;
- costul sculelor, dispozitivelor, utilajelor folosite în procesul de întreținere și reparații (amortizarea acestora);

b – volumul cheltuielilor datorate uzurilor care nu au fost eliminate, determinate de:

- creșterea consumului specific de combustibil;
- creșterea consumului propriu tehnologic;
- costul nesiguranței în funcționare (nivelări de energie, consumuri sporite de materiale și manoperă pentru lichidarea avariilor, suportarea pagubelor provocate de consumatori).

În stabilirea politicii de întreținere trebuie să se țină seama și de aspectele sociale și anume:

- uzura diverselor elemente ale instalației termoenergetice (instalații sub presiune , de ridicat sau care lucrează cu turații mari), introduce pericolul de accidentare a personalului care supraveghează și întreține aceste instalații;
- înlăturarea avariilor produse de uzurile catastrofale provoacă dereglarea programului de lucru al personalului de întreținere și reparații, suprasolicitarea acestui personal, ceea ce conduce la scăderea calității lucrărilor executate.

Scanned with OKEN Scanner

Pentru ca aceste date să poată fi evidențiate este necesar să se întocmească o formularistică adecvată, obligatorie, astfel:

A – fişa tehnică a agregatului (instalației), care să cuprindă următoarele date:

1 – denumirea – caracteristici de localizare (exemplu. Cazan nr. 1 tip IBZKG, pe 139 kgf/cm^2, debit 230 t/h;

2 – nomenclatorul pieselor de schimb, indicând materialele componente, cu schița pe care să fie înscrişi parametri care determină uzura (valori normale şi limită);

3 – numărul de ore de funcționare limită pentru fiecare piesă (eventual după câte ore se verifică parametrii care determină uzura);

4 – numărul de ore de funcționare realizat pe zi;

5 – data şi valoarea măsurată a parametrilor care determină uzura;

6 – lucrări de eliminare a uzurii executate şi data executării;

7 – indici economici (randament, consum specific etc.) realizați – data determinării;

B – fişa de evidență a cheltuielilor, aferentă agregatului (instalației) care poartă acelaşi indicativ cu fişa tehnică.

a - cu materialele şi piesele de schimb:

1 – nomenclatorul pieselor de schimb (acelaşi din fişa tehnică);

2 – costul fiecărei piese de schimb;

3 – numărul pieselor de schimb folosite şi data – costul totakl al pieselor folosite;

4 – parametrii care au determinat înlocuirea;

b – cu manopera:

1 – manopera normată;

2 – manopera realizată – pontajul;

c – cu scule, dispozitive, utilaje închiriate;

Indicatori de calitate ai lucrărilor de întreținere. De la început trebuie arătat că între calitatea lucrărilor de întreținere şi reparații şi calitatea agregatelor reparate trebuie să se pună semnul egal numai în cazul în care activitatea de urmărire, evidențiere a tuturor uzurilor a atins perfecțiunea şi când toate acestea sunt luate în considerare la stabilirea nomenclatorului de lucrări, ceea ce arată importanța deosebită a acestei activități atribuită birourilor de mentenanță din centralele termoenergetice.

Calitatea lucrărilor de reparații poate fi determinată de următorii parametri:

- calitatea pieselor de schimb folosite (material, dimensiuni, calitatea prelucrării, tratării), stabilită prin metode specifice activității de construcții de maşini, reparatorul primind garanția calității prin certificatul de calitate care însoțeşte piesa;

Scanned with OKEN Scanner

- calitatea unor operații speciale (sudură) prin controale nedistructive (duritate HB, gammagrafiere etc.) sau distructive pe probe martor (încercări mecanice);
- calitatea suprafețelor – lipsa depunerilor;
- dezechilibrul pieselor (rotoare) care impun echilibrarea;
- valoarea jocurilor şi strângerilor realizate, comparate cu documentația tehnică;
- comportarea în timpul probei de funcționare în gol (etanşietate, vibrații etc.);
- asigurarea nivelului de protecție anticorosivă, izolație termică, electrică, fonică, prescrisă în documentație;
- comportarea în proba complexă de 72 h (atingerea parametrilor nominali, realizarea indicatorilor economici normați etc.).

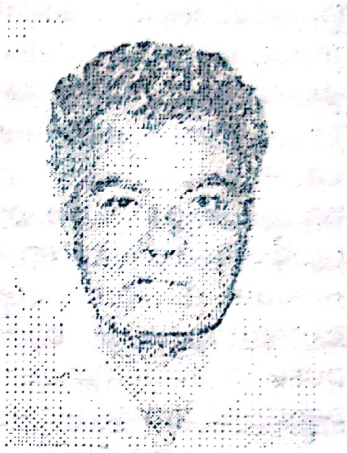
Concluzii. Activitatea de predicție şi analiză a mentenabilității este justificată din punct de vedere tehnic şi economic, însă politica de întreținere variază de la o unitate economică la alta, deşi problemele de conținut ale acestei activități sunt aproximativ comune.

Scanned with OKEN Scanner

Gheorghe COMAN
CURRICULUM VITAE

M-am născut la 20 martie 1933, în Comuna Scorţaru Nou, Judeţul Brăila, într-o familie de ţărani.

În 1960 am absolvit Facultatea de Mecanică din Institutul Politehnic "Gheorghe Asachi" Iaşi şi datorită situaţiei şcolare foarte bune am fost încadrat în învăţământ la Catedra de Tehnologia Metalelor din Facultatea de Mecanică, Institutul Politehnic "Gheorghe Asachi" Iaşi.



În perioada 1 octombrie 1961 – 1 octombrie 1964 am fost încadrat asistent la Catedra de Tehnologia Metalelor cu sarcini didactice la disciplinele: ***Tehnologie mecanică; Tehnologia materialelor; Studiul metalelor; Tehnologia construcţiei de maşini; Tehnologia fabricaţiei maşinilor termice; Bazele tehnologiei construcţiei de maşini; Tehnologia matriţării şi ştanţării la rece; Atelier mecanic.***

În perioada 1 octombrie 1964 – 1 octombrie 1969 am fost încadrat asistent cu delegaţie de predare la Catedra de Tehnologia construcţiei de maşini şi Mecanică agricolă, cu sarcini didactice la disciplinele: ***Tehnologia construcţiei maşinilor-unelte; tehnologia construcţiei de maşini; Tehnologia matriţării şi ştanţării la rece.***

În perioada 1 octombrie 1969 – 9 februarie 1977 am fost încadrat şef de lucrări, prin concurs, la Catedra de Tehnologia construcţiei de maşini şi Mecanică agricolă, cu sarcini didactice la disciplinele: ***Tehnologia construcţiei maşinilor-unelte; Tehnologia construcţiei de maşini; Tehnologia reparării utilajului agricol; Procese tehnologice speciale; Tehnologia fabricării maşinilor.***

La 9 februarie 1977 am fost încadrat conferenţiar, prin concurs, la Catedra de Tehnologia construcţiei de maşini şi mecanică agricolă cu sarcini didactice la disciplinele: ***Tehnologia construcţiei maşinilor-unelte; Tehnologii neconvenţionale; Bazele cercetării experimentale.***

La 15 septembrie 1978 am fost încadrat conferenţiar şef de catedră la Catedra de Tehnologia metalelor cu sarcini didactice la disciplinele: ***Tehnologia construcţiei maşinilor-unelte; Tehnologia materialelor; Studiul metalelor; Metalurgia pulberilor; Tehnologia fabricării şi reparării utilajului tehnologic.***

În 1982 am fost ales şef de catedră, iar în 1986 şi ianuarie 1990 am fost reales şef de catedră la Catedra de Tehnologia Metalelor, fiind în această funcţie până la 1 octombrie 1990.

Scanned with OKEN Scanner

La disciplinele menționate am ținut prelegeri, am condus proiecte de an și diplomă, am efectuat lucrări practice și am condus cercuri științifice studențești. Între 1977 și 1980 am fost, în fiecare sesiune, membru în Comisia de Examen de Stat, iar între 1980 și 1990 am fost, în fiecare sesiune, președinte de Comisie de Examen de Stat.

La disciplinele la care am avut sarcini didactice m-am preocupat permanent de îmbunătățirea continuă a prelegerilor prin introducerea noutăților științifice, fiind permanent la curent cu noile descoperiri științifice în domeniile respective pe plan mondial, introducerea unor lucrări de laborator cu un conținut științifico-didactic cât mai complex, îmbunătățirea continuă a conținutului proiectelor de an și diplomă, pe baza rezolvării unor teme ce interesau practica productivă din întreprinderile constructoare de mașini din țara noastră, precum și prin efectuarea unor lucrări cu caracter teoretico-experimental în cadrul cercurilor științifice studențești, preocupări puse în evidență de conținutul manualelor și îndrumarelor elaborate pentru studenți, inclusiv cel de față.

Între 1990 - 1992 am colaborat la Universitatea Ecologică "Dimitrie Cantemir" în calitate de profesor asociat la disciplinele: ***Economia cercetării și modernizării produselor industriale; Analiza valorii*** și ***Statistica***.

Între 1992-1995 am colaborat la organizarea Universității "George Bacovia" Bacău fiind profesor asociat la disciplinele: ***Ecologie globală (Economia mediului), Analiza valorii*** și ***Statistica***. Am îndeplinit și funcția de Rector la autorizarea ei.

Din 1995 sunt profesor asociat la Universitatea Ecologică "Dimitrie Cantemir" Iași la disciplinele: ***Economia mediului; Analiza valorii; Ecologie spirituală*** și ***Bazele statisticii***. La toate aceste discipline am manuale elaborate. Aceasta cred că este o obligație morală a oricărui cadru didactic, de a pune la dispoziția studenților propriul manual, conform cerinței elementare că nu este moral a fi exigent cu alții dacă nu ești exigent cu tine însuți.

La 15 martie 1975 am susținut teza de doctorat cu tema ***"Contribuții privind transferul erorii de bazare pe suprafața prelucrată la rectificarea fără centre cu bazarea semifabricatelor pe reazeme fixe"***, conducător științific prof. dr. ing. Constantin Picoș.

Până în prezent activitatea mea științifică este concretizată în următoarele realizări:

- 48 de cărți publicate: manuale, îndrumare, tratate, monografii (18 în edituri de interes național și 30 de interes local, destinate activității didactice cu studenții);
- 25 de articole în reviste de specialitate din țară și străinătate;
- 68 de lucrări comunicate la diferite sesiuni științifice tematice și publicate în volume editate cu aceste ocazii;

Scanned with OKEN Scanner

- 3 recenzii;
- 4 descrieri de invenţii.

Începând cu anul 1969, toată activitatea mea ştiinţifică s-a desfăşurat pe bază de contracte de cercetare încheiate cu diferite întreprinderi constructoare de maşini din ţară. Am fost titular la circa 30 de contracte de cercetare ştiinţifică, cu o valoare de peste 10 milioane de lei (preţuri înainte de 1989).

Menţionez următoarele cărţi publicate în edituri de nivel naţional:

1. *Probleme actuale ale finisării şi suprafinisării suprafeţelor pieselor de maşini. Finisarea pieselor de maşini*, Bucureşti, INID, 1973, vol.1, 124 p.
2. *Probleme actuale ale finisării şi suprafinisării suprafeţelor pieselor de maşini. Suprafinisarea suprafeţelor pieselor de maşini*, Bucureşti, INID, 1973, vol.2, 104 p.
3. *Calculul adausurilor de prelucrare şi al regimurilor de aşchiere*, Bucureşti, Editura Tehnică, 1974, 603 p.
4. *Tehnologia construcţiei de maşini. Probleme*, Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1976, 400 p.
5. *Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere*, Bucureşti, Editura Tehnică, vol.1, 1979, 336 p.
6. *Prelucrabilitatea prin aşchiere a aliajelor feroase*, Bucureşti, Editura Tehnică, 1981, 242 p.
7. *Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere*, Bucureşti, Editura Tehnică, vol.2, 1982, 208 p.
8. *Rulmenţi. Proiectare şi tehnologie*, Bucureşti, Editura tehnică, 1985, 391 p.
9. *Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin aşchiere. Manual de proiectare*, Vol.1, Chişinău, Editura Universitas, 1992, 640 p., ISBN 5-362-00970-2.
10. *Proiectarea tehnologiilor de prelucrare mecanică prin aşchiere. Manual de proiectare*, Vol.2, Chişinău, Editura Universitas, 1992, 408 p., ISBN 5-362-00971-0.
11. *Economia mediului*, Iaşi, Editura Moldovița, 1996, 348 p., ISBN 973-95206-2-8.
12. *Tehnologia proceselor productive*, Iaşi, Editura Moldovița, 1996, 200 p., ISBN 973-95206-3-8.
13. *Tehnologia fabricaţiei produselor industriale*, Târgu Mureş, Editura "Dimitrie Cantemir", 1999, 214 p., ISBN 973-8042-03-8.
14. *Analiza valorii*, Târgu Mureş, Editura "Dimitrie Cantemir", 2000, 340 p., ISBN 973 – 8042 – 09 – 7.
15. *Economia mediului*, Târgu Mureş, Editura "Dimitrie Cantemir", 2000, 290 p., ISBN 973- 99596 – 6 – 0.

Scanned with OKEN Scanner

16. ***Statistică teoretică şi aplicată (pentru ştiinţe tehnice şi economice)***, Partea I-a şi Partea II-a, Editura „Dimitrie Cantemir", Târgu Mureş, 2000, 414 p., ISBN 973-98920-6-x.
17. ***Managementul cercetării***, Editura „Dimitrie Cantemir", Târgu Mureş, 2000, 288 p. ISBN 973-8042-26-7.
18. ***Tehnologia fabricaţiei produselor industriale***, Târgu Mureş, Editura "Dimitrie Cantemir", 2001, 233 p., ISBN 973-8042-27-5.

Pentru calitatea activităţii didactice desfăşurată, prin ordinul ministrului nr. 7626 din 15 iunie 1987, mi s-a conferit titlul de "CONFERENŢIAR UNIVERSITAR EVIDENŢIAT".

În 1987 am primit Premiul "Aurel Vlaicu", acordat de Academia Română pentru lucrarea "***Rulmenţi. Proiectare şi tehnologie***", cu Diploma nr. 67 din 4 decembrie 1987.

De-a lungul timpului am avut diferite, activităţi cu caracter obştesc de interes general pentru colectivităţile umane din care am făcut parte.

Între 1961-1964 am fost preşedintele Consiliului Uniunii Asociaţiilor Studenţilor din Institutul Politehnic Iaşi.

Între 1969 şi 1976 am făcut parte din Consiliul tehnico-economic al Întreprinderii de Rulmenţi Bârlad. Între 1977-1979 am făcut parte din Consiliul oamenilor muncii al Întreprinderii de Utilaje şi Piese de Schimb Botoşani, iar între 1979-1987 am făcut parte din Consiliul Oamenilor Muncii de la Întreprinderea Metalurgică Iaşi. În aceste calităţii am făcut parte din comisiile de prognoză şi cercetare ştiinţifică a unităţilor economice respective, contribuind la stabilirea priorităţilor privind asimilarea progresului tehnic pentru produsele realizate sau/şi procesele tehnologice utilizate în unităţile economice menţionate.

Am participat, temporar, în diferite comisii tehnico-economice având ca scop dezvoltarea tehnico-economică la diverse unităţi economice cum ar fi: Întreprinderea de Utilaj Greu (CUG) Iaşi, Întreprinderea Mecanică "Nicolina" Iaşi, Întreprinderea de Material Rulant Paşcani şi altele.

Aşa cum am mai menţionat, între 15 septembrie 1978 - 1 octombrie 1990 am fost şeful Catedrei de Tehnologia Metalelor de la Institutul Politehnic Iaşi având în răspundere organizatorică şi îndrumare ştiinţifico-didactică profilul metalurgic înfiinţat atunci la Facultatea de Mecanică, cu patru specializări: ***Tehnologia turnării; Tehnologia deformării plastice la cald şi tratamente termice; Utilaj tehnologic pentru turnarea metalelor; Utilaj tehnologic pentru deformare plastică şi tratament termic*** (învăţământ de zi şi seral), cu circa 1500 de studenţi.

Din 1987 sunt membru în Comisia Ştiinţa Materialelor a Academiei Române şi Preşedinte al Subcomisiei Ştiinţa Materialelor de la Academia Română - Filiala Iaşi.

Scanned with OKEN Scanner

Am fost organizator al diferitelor sesiuni ştiinţifice pentru cadre didactice şi cercetători din unităţi de cercetare şi producţie. Am făcut parte din diferite jurii naţionale ale Conferinţelor sau Simpozioanelor Naţionale ale Cercurilor Ştiinţifice Studenţeşti şi membru ale unor Comisii ale M.E.I. de analiză a învăţământului universitar în profil mecanic şi metalurgic. Am făcut parte, mai mulţi ani, din comisia de admitere a Institutului Politehnic "Gheorghe Asachi" Iaşi şi de la Facultatea de Mecanică. Am fost membru în comisii de elaborare de subiecte pentru examenul de admitere în facultate.

Am făcut parte din diferite comisii ale M.E.I. pentru elaborarea sau îmbunătăţirea de planuri de învăţământ, programe analitice cadru, programe de perspectivă pentru dezvoltarea învăţământului în România.

Din 1987 sunt expert tehnic pe lângă Tribunalul Iaşi.

Sunt coautor la următoarele invenţii:

Certificat de Inventator nr.86.463 din 15.01.1985 pentru: "***Dispozitiv de superfinisare***".

Certificat de Inventator nr.92.850 din 27.05.1987 pentru: ***"Aparat pentru determinarea gradului de texturare a tabelelor"***.

Certificat de Inventator nr.95.467 din 18.03.1988 pentru: ***"Procedeu de obţinere a fontelor cu proprietăţi fizico-mecanice superioare"***.

Certificat de Inventator nr.96.3312.11.1986 pentru: ***"Cap de forjare orbitală"***.

Posed Atestat editorial nr. 543 din 18.VI.1992, eliberat de Ministerul Culturii.

Ca urmare afirmării pe linie ştiinţifică sunt menţionat în:

Dictionary of Interantonal Biography, volume XVIII, publication October 1983, Cambridge, England.

International Who's in Who in Engineering, 1982/1983, Cambridge, England.

5.000 Personalities of the World, Edition Two, 1987, Published by the American Biographical Institute.

The International Directory of Distinguished Leadership, American Biographical Institute, Inc., Millenium Edition, 2000.

Dicţionarul specialiştilor. Un "WHO'S WHO" în ştiinţa şi tehnica românească. Vol.1, Editura Tehnică, 1995.

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE

1. Ackoff L. R., Sasieni W. M.: *Bazele cercetării operaționale*, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1975.
2. Baron T. ş. a.: *Calitate şi fiabilitate. Manual practic*, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1988.
3. Becker O,: *Măreția şi limitele gândirii matematice*, Bucureşti, Ed. Ştiințifică, 1968.
4. Bernal J.: *Ştiința în istoria societății*, Bucureşti, Ed. Politică, 1964.
5. Beveridge W. I.: *Arta cercetării ştuiințifice*, Bucureşti, Ed. Ştiințifică, 1968.
6. Beyth J. W., Woodward R. Gleen: *Application of Value Analysis – Engineering:* New York, Argyle Analean Associates, 1969.
7. Bragaru A., Picoş C., Ivan N.: *Optimizarea proceselor şi echipamentelor tehnologice*, Editura Didactică şi Pedagogică R. A., Bucureşti, 1996
8. Brilman Jean: *Modeles culturales et performances economicues*; Paris, Homes et Techniques, 1981.
9. Călinescu Valentin: *Analiza valorii – metodă eficientă de reducere a cheltuielilor de producție*; Bucureşti, INID, 1971 (sinteză documentară, 94 pagini).
10. Coman Gheorghe, Paraschivescu Marius, Păvăloaia Willi: *Analiza valorii*; Bacău, Fundația Academică "George Bacovia", 1994.
11. Coman Gheorghe, Murgu Alexandru, *Managementul cercetării*, Editura „Dimitrie Cantemir", Târgu Mureş, 2000.
12. Coman Gheorghe, Murgu Alexandru, *Statistică teoretică şi aplicată*, Editura „Dimitrie Cantemir", Târgu Mureş, 2000.
13. Crum L. W.: *Ingineria Valorii*, Bucureşti, Editura Tehnică, 1976.
14. Falcon W. D.: *L'Analyse des valeurs. Ses implications pour les dirigents*, Paris, Ed. Hommes et Techniques, 1970.
15. Fusil Jean: *Concorde*, Paris, Ed. France-Empire, 1968.
16. Gage W. L.: *La Pratique de l'analise des valeurs*, Paris, Ed. Hommes et Techniques, 1971.
17. Giarini Orio, Stahel Walter: *Limitele certitudinii*, Bucureşti, EDIMPRESS-CAMRO, 1996.
18. Gordon W. J. J.: *La Stimulation des facultes creatrices (synectiques)*, Paris, Ed. Hommes et Techniques, 1971.
19. Guiaşu S., *Aplicații ale teoriei informației*, Editura Academiei RSR, Bucureşti, 1968.
20. Guillermo Owen: *Teoria jocurilor*, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1974.
21. Hald A., *Statistical Theory with Engineering Applications*, New York, John Wiley and Sons, 1952.

Scanned with OKEN Scanner

22. Ishikawa Kaoru: *La gestion de la qualite, outils et aplications pratiques*, Paris, Dunod, 1984.
23. Jones Chris,: *Design*, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1975.
24. Kaufmann A.: *L'inventique,* Entr. Moderne d'édition, Paris, 1970.
25. Kirst Werner, Dieckmeyer Ulrich: *Creativitatstraining*, Deutsche Verlaganstalt, Stuttgart, 1971.
26. Maynard H. B. (editor): *Manual de inginerie industrială*, (vol.I şi II), Bucureşti, Editura Tehnică, 1976.
27. Mihoc Gh., Urseanu V., *Matematici aplicate în statistică*, Bucureşti, Editura Acad. RPR, 1962.
28. Miles L. D.: *L'Analyse de la valeur*, Paris, Dunod, 1966.
29. Miles L. D.: *Technique of Value Analysis and Engineering*, Wagram Hill, New York, 1961.
30. Moles Abraham, *La création scientifique*, Génève, Ed. Kister, 1957.
31. Moraru Ion: *Un model epistemologic-psihologic al creativităţii tehnice*, Bucureşti, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1980.
32. Nicolau Edmond: *Analogie, modelare, simulare, cibernetică*, Bucureşti, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1977.
33. Nicolau Edmond: *Modelarea în ştiinţă*, Bucureşti, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1981.
34. Orănescu Petre: *Analiza valorii*, Bucureşti, Ed. Tehnică, 1976.
35. Panaite V., Munteanu R.: *Control statistic şi fiabilitate*, Bucureşti, Ed. Didactică şi Pedagogică, 1982.
36. Roşca Al.: *Creativitatea generală şi specifică*, Bucureşti, Editura Academiei RSR, 1981.
37. Schatteles T., *Metode econometrice moderne*, Chişinău, Editura Universitas, 1992.
38. Teodorescu N. ş.a., *Culegere de probleme de matematici aplicate*, Bucureşti, Societatea de Ştiinţe Matematice din RSR, 1976.
39. Topa Leon, *Creativitate*, Bucureşti, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, 1980.
40. Twiss C. Brian, *Inovarea tehnologică (creativitate, conducere, organizare)*, Editura tehnică, Bucureşti, 1979
41. Verone Pierre,: *Inventica*, Bucureşti, Editura Albatros, 1983.

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINS

pag

INTRODUCERE 3
CAP.1. OBIECTIVUL ANALIZEI VALORII 13
1.1. Ce este valoarea ? 13
1.2. Ce este analiza valorii ? 14
1.3. Apariția și dezvoltarea analizei valorii ca domeniu de evidențiere a rentabilității activităților economico-productive 18
1.4. Analiza valorii și ingineria valorii 20
1.5. Concepte și noțiuni despre valoare 26
1.6. Dependența dintre valoare, calitate și fiabilitatea produselor și serviciilor 26
1.7. Metodele analizei valorii 27
1.8. Necesitatea obținerii receptivității față de metoda analizei valorii 28
1.9. Metode și mijloace de a obține receptivitatea pentru activitatea de analiză a valorii 31
1.10. Forme de convingere pentru a obține receptivitatea pentru analiza valorii 34
CAP.2. ANALIZA VALORII ȘI MODERNIZAREA PRODUSELOR, PROCESELOR ȘI SERVICIILOR 37
2.1. Structura și interacțiunea elementelor sistemului știință-tehnică-producție-consum 37
2.2. Caracterizarea și măsurarea ritmurilor de înnoire a elementelor producției 40
2.3. Folosirea teoriei și practicii valorificării în procesul de analiză a valorii 43
2.4. progresul tehnic și economia de timp, spațiu, substanță, energie și informație 48
CAP.3. PLANUL DE ANALIZĂ A VALORII 51
3.1. Principii de întocmire a planului de analiză a valorii ... 51
3.2. Formarea colectivului de analiză a valorii 53
3.3. Criterii de selecție a propunerilor de obiective pentru analiza valorii 57
3.3.1. Obiective ale corporației. Strategie și valori 59
3.3.2. Criterii de marketing 60
3.3.3. Criterii financiare 67
3.3.4. Criterii legate de producție 69
3.3.5. Tehnici de evaluare 73
3.4. Analiza factorilor de influență asupra cheltuielilor nejustificate 74

Scanned with OKEN Scanner

3.5. Definirea analizei valorii pe operații a activităților productive şi de birou 76
3.5.1. Metode şi factori de influență care determină domeniul lor de folosire la analiza valorii activităților 77
3.5.2. Metodologii practice de analiza valorii activităților 79
3.5.3. Acțiunea practică de analiza valorii activităților productive şi de birou 81
CAP.4. VALOAREA DE ÎNTREBUINȚARE ŞI ESTETICĂ A PRODUSELOR 91
4.1. Conceptul de valoare de întrebuințare 91
4.2. Definirea funcțiunilor produselor sau activităților supuse analizei valorii 92
4.3. Specificarea funcțiilor 96
4.4. Analiza constructiv-funcțională a produselor pentru creşterea valorii de întrebuințare a lor 98
4.5. Analiza constructiv-funcțională a produselor pentru creşterea tehnologicității de fabricație a lor 99
4.6. Valoarea estetică 105
CAP. 5. ANALIZA FUNCȚIONALĂ, TEHNOLOGICĂ ŞI ESTETICĂ A PRODUSELOR INDUSTRIALE 111
5.1. Teoria utilității 111
5.2. Determinarea utilității 118
5.3. Analiza funcțiunilor produselor 128
5.4. Analiza funcțională şi tehnologică a produselor ... 132
CAP.6. ANALIZA COSTURILOR FUNCȚIILOR PRODUSELOR INDUSTRIALE 139
6.1. Conceptul de cost al funcțiilor produselor 139
6.2. Structura costurilor funcțiilor produselor 141
6.3. Determinarea costurilor funcțiilor 143
6.4. Metode de determinare a valorii funcțiilor 144
6.5. Metoda Combinex pentru alegerea soluției la analiza valorii 148
6.6. Aplicarea metodei Combinex la alegerea metodei de fabricație 155
6.7. Analiza criterială a factorilor semnificativi din mesajele informaționale şi alegerea soluției la analiza valorii 159
6.7.1. Analiza semnificațională a traducerilor poetice 165
6.7.2. Exemplu de aplicare a metodei criteriale pentru stabilirea soluției la analiza valorii 170
6.7.3. Utilizarea metodei AIDA pentru alegerea soluției la analiza valorii 178

Scanned with OKEN Scanner

6.7.4. Metode Sinectice pentru alegerea soluției la analiza valorii 186
6.7.5. Analiza morfologică pentru ierarhizarea soluțiilor la analiza valorii 206
6.8. Compararea opțiunilor stabilite prin analiza valorii ... 216
CAP.7. DETERMINAREA EFICIENȚEI SOLUȚIILOR ELABORATE LA ANALIZA VALORII 219
7.1. Necesitatea prognozei de dezvoltare în luarea deciziilor de alegere a subiectelor analizei valorii 219
7.2. Prognoza perfecționării parametrilor fundamentali ai funcțiilor principale ale produselor 223
7.3. Factorii care determină necesitatea diversificării și îmbunătățirii performanțelor produselor 228
7.4. Prețurile pentru tehnica nouă – factor principal al influenței cererii de produse noi 228
7.5. Selectarea și evaluarea soluțiilor elaborate la analiza valorii 232
7.6. Evaluarea financiară a soluțiilor adoptate la analiza valorii 236
7.7. Programarea calendaristică a etapelor pentru realizarea produselor noi 239
7.8. Graficele-rețea de desfășurare a lucrărilor experimentale 242
7.9. Graficele de execuție întocmite la scara timpului ... 248
7.10. Asimilarea în producție a soluțiilor elaborate la analiza valorii pentru produse noi 251
7.11. Recomandări pentru creșterea eficienței activității de analiza valorii 254
CAP.8. ANALIZA VALORII ACTIVITĂȚILOR TEHNICO-ORGANIZATORICE 255
8.1. Analiza valorii activităților de ordonanțare 255
8.2. Analiza valorii activităților de coordonare 260
8.3. Elemente ale cercetării operaționale 265
CAP.9. CALITATEA ȘI FIABILITATEA PRODUSELOR 299
9.1. Conceptul de calitate a produselor 299
9.2. Controlul calității produselor 302
9.5. Teste de semnificație aplicate în controlul de calitate 312
9.4. Fiabilitatea produselor industriale 315
9.4.1. Conceptul de fiabilitate 315
9.4.2. Expresia generală a fiabilității 316
9.4.3. Funcția de repartiție (Funcția căderilor) 319

Scanned with OKEN Scanner

9.4.4. Densitatea de probabilitate a căderilor 319
9.4.5. Rata căderilor 320
9.4.6. Media timpului de bună funcționare 321
9.4.7. Repartiții utilizate în fiabilitate 325
9.4.8. Fiabilitatea sistemelor 328
9.4.9. Mentenabilitatea 332
9.4.10. Disponibilitatea 333
9.4.11. Predicția şi analiza fiabilității 334
9.4.12. Predicția şi analiza mentenabilității 343
BIBLIOGRAFIE 358

Scanned with OKEN Scanner